ISTITUTO DI FISICA SPERIMENTALE
Univers. R. di Torino
INV. N. 1646

Dono del Cav.
B. Rignon
Consigliere d'Appello
1877

S 229

B. Bignon

/1823/

GEORGII FOLLINI

In Regio Taurinensi Athenaeo

PROFESSORIS

PHYSICAE EXPERIMENTALIS ELEMENTA

Quod munus rei publicae adferre majus, meliusve possumus, quam si docemus, atque erudimus juventutem his praesertim moribus, atque temporibus? Cic. de Divin. lib. II. c. 2.

R. Università di Torino
GABINETTO DI FISICA
DELLA R. UNIVERSITÀ
DI TORINO Via Po

TAURINI MDCCCXXII,

EX TYPIS REGIIS

Nec pietas adversus Deos, nec quanta his gratia debeatur, sine explicatione naturae intelligi potest. *Cic. de Fin. lib.* 3. *c.* 21.

Cum erudiendae juventutis in experimentali Philosophia munus suscepi illud mihi statim in mentem venit:

Quidquid praecipies esto brevis: ut cito dicta
Percipiant animi dociles teneantque fideles.

Et profecto id vel maxime curandum erat, ne nimia praeceptorum copia obrueretur tironum memoria, quorum singuli intra scholasticum annum, non tantum Physicae sed et morali Philosophiae operam impendunt, quorumque plurimi Chemiam eodem tempore coguntur excolere. Quapropter ex innumeris, quibus constat amplissima Naturae cognitio, ea seligere studui, quae ad rite instituendos adolescentes aptiora dijudicavi. Ut autem commodius studiosa juventus Physices elementa percipiat, singulis annis habentur experimenta, quorum ope ardua, si qua sunt, explanantur, oculisque subjicitur quibus nam instrumentis, et machinis, quibusve modis in naturae disquisitione sit pro-

grediendum. Ad studium porro hujus nostrae disciplinae Geometria plurimum confert; sed imprudentis omnino consilii esset Physicam mathematicis speculationibus innixam exhibere Adolescentulis nondum in Mathesi versatis: non abstinui tamen a geometricis principiis, quae apud nos, discipulis e Rethoricae studio egressis, traduntur. Haec Physices elementa ad faciliorem Tironum institutionem conscripta, hodie typis in lucem prodeunt, non quidem sponte mea, sed aliena, et potissimum nutu summi, atque egregii Viri, cui vehementer cordi est literarum, scientiarumque progressus. Ne autem frustrentur eorum desideria, qui uberioribus de Re Physica cognitionibus imbui cupiunt, optimum duxi perennes fontes innuere, ex quibus proprio studio, et labore eas haurire quisque facile possit. De iis vero, quae ad reliquas disciplinas naturales spectant, minime dissero; mihi enim non licet instituti mei limites praetergredi, et in alienam messem immittere falcem.

IN PHYSICAM EXPERIMENTALEM PROLUSIO

§. 1. Physica graeca vox (*a*) latine naturam refert; quemadmodum autem, teste Tullio (*b*) multa in natura sunt adeo crassis occultata, et circumfusa tenebris, ut nulla humani ingenii acies tanta sit, quae penetrare ea possit, sic intimam corporum naturam perscrutari non posse apertissime liquet. Re enim vera neque prima corporum elementa, aut insitas, si quae sunt, illis elementis vires perspicere omnino possumus, multoque minus abditas elementorum, aut elementarium virium complexiones; his autem non recte exploratis, corporum naturam ignoremus oportet.

2. Physicam itaque appellari arrogantius censeo naturae scientiam, quasi nihil in natura sit humano ingenio imperceptum; modestius vero, Physicam

(*a*) φύσις.
(*b*) Ac. II. cap. 39.

interpretari malim *naturae sensilis disquisitionem*: qua in definitione dum ab inani jactantia disciplinam nostram vindico, suam ipsi videor non detrahere dignitatem, atque praestantiam. Inest enim in explicatione naturae, ut asserit idem Tullius (*c*), insatiabilis quaedam e cognoscendis rebus voluptas, in qua honeste, ac liberaliter possumus vivere; atque consideratio contemplatioque naturae est animorum ingeniorumque naturale quoddam quasi pabulum (*d*).

3. Rerum natura cognita levamur superstitione, liberamur mortis metu, non conturbamur ignoratione rerum, e qua horribiles saepe existunt formidines (*e*), et sine explicatione naturae neque pietas adversus Deum, nec quanta ei gratia debeatur intelligi satis potest (*f*). Profecto ex rerum naturalium contemplatione indagatio nata est initiorum, et tanquam seminum, unde sint omnia orta, generata, atque concreta; quae vita, quis interitus, quaeque ex alio in aliud vicissitudo, atque mutatio; unde terra, et quibus librata ponderibus, quibus cavernis maria sustineat (*g*). Haec autem inspicere, haec discere, his incumbere nonne est transilire mortalitatem suam,

---

(*c*) De fin. lib. IV. c. 5.
(*d*) Cic. Ac. II. c. 41.
(*e*) Idem de fin. l. I. c. 19.
(*f*) Idem de fin. l. III. c. 21.
(*g*) Cic. Tusc. l. V. c. 24.

et in meliorem transcribi sortem, ut animadvertit Seneca (*h*)?

4. Huc accedit, quod ex Physica tot commoda, utilitatesque tantae dimanant tum in ceteras disciplinas, tum etiam in publicos, atque privatos usus, ut ipsa non perinde, ac de hominum vita merita est, laudari possit.

5. Ex naturae contemplatione ortum habuit Medica facultas, qua nulla humano generi utilior est habenda, ejusque in dies progressus tribuendos esse physicis studiis testatur Boerhaavius (*i*). Ex eodem fonte profluxit Chirurgiae emendatio, cujus studium, et opera in morbis, ac vulneribus, recta ratione curandis, indiget amplissima naturae sensilis cognitione (*k*). Etiam graviores disciplinae, quae ab hac nostra tam longe positae videntur, Physicae subsidium requirunt ad sua munia aut praestanda, aut accuratius obeunda. Profecto Physicae lumine frequenter utitur Jurisprudentia in plurimis, gravissimisque

---

(*h*) Proem. Nat. Quaest.

(*i*) *Totam adsertam Physicae utilitatem Medicinae, quis neget?* Boerhaavius Chemiae P. II. pag. 82. Basileae 1745.

(*k*) Ludovicus xv. an. 1743 mandavit collegio Chirurgiae Parisiorum ne aliquem cooptarent, qui artium Magister non ante renuntiatus esset. Legi possunt *premier mémoire pour les DD et D. Régens de la faculté contre le S. de la Peyronie, et la Communauté des Chirurgiens.* Paris 1744. *et second mémoire* contra eumdem Peyronie, in quibus dilucide demonstratur quantum luminis ex Medicina, et Physica adfulgeat Chirurgis. Apud nos die 12. novem-

controversiis finiendis (*l*). Ipsamet Theologia, scientiarum omnium maxima, saepissime sibi praesidium ex Physica quaerit, ut dogmata sua ab adversariorum telis defendat (*m*).

6. Quid plura? Nautica, Optica, imo disciplinae, et artes omnes subsidia et ornamenta civitatum, imperiorumque, sine quibus humana societas stare nequit, suam a Physica mutuantur dignitatem, atque praestantiam.

7. Quamvis igitur arrogantis notam non evitaret (2), si quis se ea omnia mente sua complecti gloriaretur, quae in hac rerum universitate sunt aut fiunt; plurima tamen evidenter, certoque cognoscimus, ex quibus tot, tamque eximia commoda utilitatesque tantae proficiscuntur, ut quisque opera sua melius, quam commendatione mea intelligere facile possit, quam jucundum, quam utile, quam praestans, et homine dignum sit Physicae studium. Quapropter non immorabor amplius in recensendis hujus disci-

---

bris an. 1814 Excel. totius R. L. Magistratus decrevit, ut in posterum nemo ad Chirurgiae Lauream contendere possit, nisi prius, periculo facto, AA. LL. Magister constitutus fuerit.

(*l*) Consule Cl. Joan. Friderici Polac *delineationem earum scientiarum Mathematicarum*, *quibus cavere non potest Jurisconsultus in dijudicandis quam plurimis caussis forensibus*. Lipsiae 1740.

(*m*) Veritatem hanc comprobant plurimi libri contra *Spinosam*, *Tolandum*, *Hobbesium*, et hujus furfuris alios eruditissime conscripti. Qui vero Physicae studium inutile esse ecclesiasticis viris arroganter dictitant, audiant quaeso Isaiae reprehensionem cap. v. v. 12. *Opus Domini non respicitis, nec opera manum ejus consideratis.*

plinae laudibus, sed potius dicam de recta Physicae excolendae ratione.

8. Observatio, et experientia principia sunt, quibus Physica continetur; neque enim alio modo in naturae disquisitione, sensibus utimur, qui nobis a Supremo naturae Auctore tributi fuerunt tanquam interpretes rerum sensibilium. Est autem *observatio* actus mentis serio considerantis quidquid in corporibus sponte accidit, effectus scilicet, qui nobis sponte sua se produnt. *Experientia* vero definitur diligens ope sensuum inquisitio in rem, mutando statum ejusdem. Sic observamus planetarum motum, atque directionem; Solis, et Lunae eclipsim; aquam ex alto in declive fluere. At experimentum instituimus dum crystallino prismate dispescimus lucis radios in septem alios radiolos diversimode coloratos; dum aquae canalibus contentae cursum ita determinamus, ut sursum saliat.

9. Quidquid per observationem, aut per experimentum sensibus objicitur, appellari solet *Phaenomenon* (*n*); effectus vero, qui a corporum proprietatibus pendent, atque eodem plane modo contingunt, quoties eadem in corporibus occurrunt adjuncta, nuncupantur *leges naturae*.

10. Quemadmodum autem in re qualibet suscipienda, absolvendaque, sic in observando, atque experiendo quibusdam opus est cautionibus, ne in

---

(*n*) A verbo φαίνω, latine *ostendo*.

errorem inducamur ab iis ipsis, per quae ad veritatem pervenire contendimus.

11. 1.° Itaque a quibusvis animi affectibus, praeoccupatisque opinionibus cavendum: quid enim facilius, quam in observationibus, atque experimentis ea cernere, quae jam inhaerent animo?

12. 2.° Integri sint, et valeant sensus, ne a morbosa sensuum affectione in errorem rapiamur. Sic qui febri laborant, sentiunt omnia amara: hinc optimum erit in observando, et experiendo socios adhibere, qui polleant vivida sensuum vi.

13. 3.° Quum vel unico sensu, vel unico modo verum adsequi minime possumus, tunc omnibus quibus nobis licet sensibus, quibusque modis potest exploranda res est. Ita alkool ab aqua nequaquam distinguitur visu; id autem facile assequeris, si olfactum, vel gustum adhibeas.

14. 4.° Ratio habenda est tum loci, tum temporis, tum etiam temperiei corporis nostri. Sic, vaporibus redundante cubiculo, languescunt electrica signa; noctu, dum silent omnia, minimi audiuntur soni, non ita interdiu; manu frigida persenties aquam calidam; hanc manu calida judicabis frigidam.

15. 5.° Denique exquisitioribus instrumentis, et machinis utendum, quae pro accuratiori et faciliori naturae disquisitione nobis suppeditat Physica. Instrumenta enim, et machinae sensus adjuvant, atque intellectum dirigunt ad melius expendendam naturam non solum in suis effectibus, verum etiam in

omnibus suis phaenomenis : qua plane ratione facilius dignoscere possumus quibus modis, quibusque legibus ipsa agat.

16. Dum vero Physicam cum recentioribus omnibus excolendam esse dicimus ope observationis, atque experientiae, minime recedendum esse censemus a generalibus veritatis principiis universim receptis; hujusmodi autem principia in Physica tribus potissimum continentur philosophandi regulis a Nevvtono traditis (o).

17. Harum prima haec est. *Caussae rerum naturalium non plures admittendae sunt, quam quæ verae sint, et earum phaenomenis explicandis sufficiant.* Etenim, ut ajunt philosophi. Natura nihil agit frustra, et frustra agit per plures caussas, quod potest per pauciores . . . Natura simplex est, nec delectatur caussis superfluis.

18. Physica igitur abire minime debet in vana commenta, sed phaenomenorum causae verae sint oportet. Hinc non indulgendum hypothesibus ex foecunda imaginationis vi depromptis, quae vel phaenomenis adversantur, vel phaenomenorum rationem reddere nequeunt. Verumtamen quando ex observationibus, et experimentis rerum caussam inferre minime possumus, interim vero in hypothesibus spes certitudinis affulget, tunc ad illas confugiendum esse censemus.

(o) Princip. Mathem. Phil. Nat. l. III.

19. Hypotheses utiliter adhibuerunt Astronomi in explicandis phaenomenis coelestibus, atque conjecturando veras eorumdem caussas saepe investigarunt. Ipsa de gravitate doctrina a Nevvtono proposita non caret hypothesi; eamque adhibuit in optica, ubi disserit de primigeniis corporum particulis (*p*).

20 Profecto hypothesis non raro experimenta suggerit, de quibus ne excogitatum quidem fuisset, quorum ope mens colligere potest effectuum nexum, et similitudinem. Sed hypothesis est excogitatum mere probabile, quod ponitur tamquam ratio phaenomenorum; igitur tradatur ut caussa tantum probabilis aut verosimilis, habeaturque probabilior, si plurium phaenomenorum rationem reddat, si fere omnium, quasi ad certitudinem accedere censeatur.

21. Regula secunda ... *Effectuum naturalium ejusdem generis, eaedem assignandae sunt caussae.* Et sane, si iisdem effectibus plures assignarentur caussae, natura contra primam regulam superfluis causis delectaretur, quod naturae simplicitati omnino repugnat.

22. Ex hoc principio recte inferimus causam descensus gravium in singulis orbis terrarum partibus eamdem esse ac in Europa, et caussam inspirationis in belluis eamdem esse quæ in hominibus. Caute tamen in hac similitudine definienda nos gerere debemus:

(*p*) Optices l. III. quaest. 31.

quandoque enim occurrunt effectus, qui primo adspectu similes apparent, sed re omnino differunt. Sic venti videntur similes, et ab eadem caussa proficisci; sed pro diversa ventorum natura diversa etiam est eorumdem caussa (*q*); alii enim frigidi sunt, calidi alii, quidam recta linea spirant, quidam obliqua, et spirali bacchantur.

23. Regula tertia: *Qualitates corporum, quae intendi, et remitti nequeunt, quaeque corporibus omnibus competunt, in quibus experimenta instituere licet, pro qualitatibus corporum universorum habendae sunt.*

24. Hoc philosophandi principium ad analogiam (*r*) spectans non raro nobis sagaciter reserat penetralia, quae natura pertinax occludere nititur. Etenim quum analogia posita sit in similitudine, quae in effectibus naturae animadvertitur, quando in corporibus omnibus, in quibus observationes, et experimenta instituere nobis licet, deprehenduntur proprietates, quae nec augeri, nec imminui possunt, sed constanter in ipsis existunt, fidenti animo inferre possumus affectiones hujusmodi convenire etiam corporibus illis, quae sensuum vim fugiunt. Sic ex eo quod compertum nobis sit impenetrabilia esse corpora omnia, quae vel manibus attrectare, vel con-

---

(*q*) Inst. XII. De meteoris cap. II. de meteoris aereis.
(*r*) ἀναλογία ... latine *convenientia, similitudo.*

templari oculis possumus, jure inferimus impenetrabilitatem convenire corporibus omnibus.

25. Ex hisce patet recta ratione utendum esse in disquisitione naturae sensilis. Ex recta ratione profluit ratiocinatio, quae maximum adferre solet sensibus adjumentum. Ratiocinationis ductu facile licet Physicae cultori phaenomena comperta inter se conferre, similia a dissimilibus secernere, aliud ex alio legitime deducere, et universales notiones ex singularibus elicere. Sed inductio est argumentatio, qua ex pluribus singularibus uniuersale aliquod colligitur; asserimus itaque inductionem esse propriam Physices argumentationem. Merito itaque Nevvtonus asseruit (s), in philosophia naturali propositiones deduci ex phaenomenis, et reddi generales per inductionem.

26. Inductionis principio innixi, colligimus quasdam proprietates inhaerere corporibus omnibus, in quibus observationes, et experimenta institui possunt; alias vero tantum se prodere in quibusdam corporum speciebus; ideoque illae dicuntur universales, alterae vero particulares nominantur. Hinc pro duplici proprietatum genere, duplex etiam est Physicae divisio, alia generalis, quae de universalibus corporum proprietatibus agit; alia particularis, quae speciales dumtaxat corporum quorumdam pro-

---

(s) Opt. lib. III. quaest. 31.

prietates considerat. Universales corporum proprietates sunt extensio, impenetrabilitas, figura, divisibilitas, porositas, inertia, et gravitas. Inter particulares recensentur pelluciditas, opacitas, durities, fluiditas, calor, frigus, uno verbo ea omnia, quae cuidam tantum corporum generi competunt. Ab universalibus exordiar, dehinc ad particulares progrediar, a Physicis primi nominis ea potissimum seligendo, quae ad tirones utiliter instituendos aptiora dijudicabo.

PHYSICAE EXPERIMENTALIS

INSTITUTIO I.

De praecipuis corporum proprietatibus.

CAPUT I.

De corpore generatim, ejusque extensione, et impenetrabilitate.

§. 1. Constituimus Physicam contineri in disquisitione naturae sensilis (prol. 2.), quo nomine intelligimus universitatem corporum, et seriem mutationum omnium, quae in iisdem fiunt; corpus vero dicimus quidquid organa sensuum quoquomodo percellit. Hinc aer, qui aures ad audiendum commovet; lux, quae imagines rerum aspectabilium pingit in oculo; ipsi tenuissimi halitus, qui odores in nares deferunt, sunt totidem corpora.

2. Quod primo sensibus, atque ideis nostris occurrit in corporibus contemplandis, est eorumdem *extensio*, nimirum praefinita quaedam corporis magnitudo, in qua plures distinctas concipimus partes inter se connexas. Hujusmodi porro extensio tribus semper donatur dimensionibus, longitudine scilicet, latitudine, atque profunditate, quas non raro geo-

metrae separatim considerare, atque metiri solent, nunquam vero Physici: nullum enim corpus vel cogitatione concipi potest, quin comprehendatur hac triplici dimensione donatum.

3. Ut plures partes, ex quibus oritur corporum extensio serventur ad invicem distinctae, aliae alias ex eodem loco excludant oportet, adeo ut quaelibet pars in dato quodam spatio ita existat, ut in eodem spatio nec aliud quodlibet corpus, nec quaevis alia corporea pars consistere possit: haec autem corporis affectio dicitur *impenetrabilitas.*

4. Impenetrabilitatem convenire corporibus omnibus ex eo apertissime liquet, quod corpora omnia, sive fluida ipsa sint, sive solida, sive admodum ponderosa, sive levia se mutuo penetrare nequeant. Aer ipse, quem nec attrectare manibus, nec oculis contemplari possumus, impenetrabilitate sua impedit quominus aqua ineat in vasa, nisi prius aer expellatur.

5. Hujus rei argumentum nobis suppeditat campana urinatoria, ita dicta, quod urinatores in campanam plumbeam vel cupream olim se recipiebant, ut res submersas e fundo maris extraherent. Hujusmodi machina jam fere obsoleta, hodie sub alia forma utiliter adhibetur in Anglia pro erigendis, vel restaurandis muris sub aqua *(t)*. Campanis substitutae fuerunt

---

(*t*) Lettre du Dr. Hamel Conseiller de cour de S. M. l'Empereur de Russie au Prof. Pictet sur la *Cloche des plongeurs*... Bibliothè-

capsulae oblongae ex ferro liquato factae, quae ingenti pondere suo, facile in aquam descendunt, et instructae sunt antlia ad renovandum pro opportunitate aerem in capsulae cavitate contentum: intus vero, et fundum versus pendent subsellia, quibus commode insistere possunt sex homines, citra vitae periculum.

6 Extensio, atque impenetrabilitas, quae corporibus omnibus insunt, dum visum, vel tactum afficiunt, non modo nos admonent de rerum praesentia, sed etiam viam nobis aperiunt ad alias corporeas affectiones perpendendas.

CAPUT II.

De corporum figura.

7. Quaelibet corporis dimensio, nempe longitudo, latitudo, atque profunditas suos habet limites; hi limites efficiunt totidem superficies, a quibus circumscribitur corpus; superficies hujusmodi inter se differunt pro diverso earumdem numero, dispositione, atque magnitudine. Hinc fit,

---

que univers. série des Sciences, et Arts tom 13, pag 230, et rélation d'une descente en mer dans la cloche des plongeurs par T. Colladon D. M. membre de la Société Helvétique des Sciences naturelles etc. etc. ... Id. tom. 17. rélation pag. 238.

ut *figura corporis*, quae definitur *limes extensi*, adeo varia sit, ut vix, imo ne vix quidem reperiri possint duo corpora ejusdem prorsus figurae. Profecto plurima primo adspectu inter se omnino convenire videntur, ex eo quod in corporibus ejusdem speciei maxima habeatur similitudo; quando vero corpora accuratae observationi subjiciuntur, cernimus omnia aliquo modo inter se differre.

8. Ipsas exiguas corporum particulas, ex quibus coagmentantur corpora, figuratas esse debere, ex eo evincitur, quod et illae contineantur inter certos extensionis limites: quidquid autem extensum est, etiam figuratum est. Verisimillimum etiam videtur, pro multiplici varietate corporum diversas esse debere partium componentium figuras. Reapse corpora quaedam fluunt, alia cohaerent; et eorum quae cohaerent, alia plane rigent, alia inflectuntur, alia comprimuntur.

9. Hae diversae corporum affectiones, etsi oriri possint a plurium caussarum complexione, interea tamen peculiarem nobis indicant figuram in partibus, ex quibus coalescit quodvis corporum genus. Ponamus enim diversam partium figuram; diversa etiam erit compositi affectio. Sic cernimus carnes, stirpes, et herbas ex partibus fibrosis coalescere; ex granosis particulis constare saxa fere omnia; tenuissimas auri particulas figura cubica donari, particulas chalybis ferme rotundas esse; gemmas autem omnes,

omnes *pyrites* exhibere figuras ordinatas, et plane geometricas. Hinc optime asseruit Encelius *(u)* Naturam geometriam exercere sub telluris visceribus mirabili opificio.

10. Etiam salia omnia figuras habent suas geometrico ordine dispositas. Vitriolum rhomboideam figuram refert; nitrum prysmata exagonia desinentia plerumque in pyramides exagonas, quas saepe oblique truncas cernimus; sacharum conformatur in globulos; alumen octagonon apparet; sal commune cubum exhibet *(v)*. Quae omnia, dum diversam nobis suadent figuram in partibus diversa corpora componentibus, ob oculos etiam ponunt ordinem prorsus mirandum, quo natura corporum structuram molitur.

CAPUT III.

De partium numero.

11. Quidquid extensum est concipi potest in partes dividuum; extensio itaque menti suggerit divi-

---

(u) Lib. 1 *de re metallica.* Francf. 1557.

(v) Consult. de his *Essai de cristallographie* par M. de Romé Délisle. Paris 1772. et traité élémentaire de Physique, par M. l'abbé Haüy... 2.ème édition, Paris 1806. §. 102. et seq. *de la cristallisation.*

sionis ideam. Hinc orta est acerrima illa per tot saecula a Metaphysicis, atque Physicis agitata quaestio, utrum corpora dividua sint, nec ne, in infinitum.

12. Inter veteres plurimi cum Epicuro opinabantur finitum esse numerum partium in corporibus: aiebant enim, mentem nostram esse limitibus circumscriptam; ideoque minime exercere posse vires suas in infinitum.

13. Contra Peripatetici, atque Cartesiani, quibus suffragantur recentiores fere omnes, arbitrantur, nullum assignari posse divisionis terminum, et residuas a divisione qualibet partes, ut ut exiguas, semper esse extensas; ergo et divisibiles: quam opinionem mathematicis speculationibus confirmare solent, quin advertant quaestionem a nobis institui de reali, et physica corporum divisione, minime vero de illa, quae tantum nititur hypothesi, et sola mente concipi potest.

14. Inest quidem menti facultas concipiendi quamlibet exiguissimam materiei particulam bifariam divisam, et quamvis dimidiam partem in alias duas, et sic deinceps: sed, ut demonstretur corpus reapse dividuum esse in infinitum, assignanda est aliqua physica vis, quae infinitis hujusmodi partibus a mutuo contactu avellendis par sit. Nulla autem dignoscitur in natura vis hujusmodi: ideoque definire minime possumus, finitus ne, an infinitus sit numerus partium in corporibus.

15. Nos observationibus, et experimentis innixi, cum cordatioribus hoc unum statuimus; nempe in corpore quovis partes inesse numero tanto, atque tenuitate tanta, ut sensus nostri nec numerandi, nec distinguendi finem attingant.

16. Refert Musschembroek (*x*) fuisse Augustae Vindelicorum artificem, qui ex uno auri grano filum duxit 500 pedes longum. Pes in 12 pollices dividitur; igitur ex unico auri grano artifex sibi comparavit filum adaequans 6000 pollices in longitudine: quilibet porro pollex dividi potest in partes 600 oculo facile dignoscendas; en itaque unum auri granum dividuum in partes 3,600000 conspicuas (*y*).

17. Cocinillae granum, spiritu salis ammoniaci solutum, inficit cocineo colore 30 libras aquae. Si animadvertas granum unum esse ad pondus 30 librarum uti 1 : 207360, et volumen aquae, cujus pondus sit unius grani, dividi posse in decem particulas sub oculorum sensum cadentes, miraberis certo unicum cocinillae granum divisum in partes 2,073600.

18. Odorum vis, lucis, et ignis mirabilis partitio ob oculos ponunt incredibilem prorsus esse in

---

(*x*) Introductio ad Philosophiam naturalem tom. 1. §. 72, Lugduni Batav. 1760.

(*y*) Observante Reaumur, unum auri granum dividi potest in partes 13,200,000. Hist. de l'Acad. Roy. de Paris, an. 1713. p. 270. Insignem auri ductilitatem refert etiam Plinius, lib. 33, c. 3, Natur. Hist.

corporibus partium numerum, atque tenuitatem (z); eamque magis, magisque confirmant microscopicae observationes; sed ne longius progrediar, unum afferam de animato corpore argumentum.

19. Guttam aquae, in qua ad tres, vel quatuor dies putrescant aliquot oryzae, vel tritici grana, subjicio acutissimo microscopio; maximam miror in ea gutta animalculorum copiam, quae ad motum expeditissima sunt, et accommodatissimis organis ad sentiendum instructa; lucem enim vividiorem effugiunt, et putrem materiam videntur appetere, quasi ut vescantur.

20. Exiguissimum esse animalculum quodvis, ex eo infertur, quod gutta aquae tanquam amplum stagnum exhibeatur oculo. Jamvero animalcula hujusmodi sunt totidem corpora organica; quam tenues itaque esse debent partes ad ipsa constituenda, et ad vitalem eorumdem actionem conservandam necessariae? Quantuli nempe musculi ad motum inservientes? Quantulae glandulae ad liquores secernendos? Quantulae venae, et arteriae, per quas decurrit humor vices gerens sanguinis? Quanta cordis, oculorum, oris tenuitas? Quanta uno verbo exilitas eorum omnium, sine quibus nullum animal esse potest? Nonne horum omnium consideratio illud luculentissime comprobat, quod ab initio (15) con-

---

(z) De his prolixe agit Keill in introductione ad veram Physicam lect. v. *de materiae subtilitate*. Mediolani 1742.

stituimus; nimirum in corpore quovis inesse partes numero tanto, ac tenuitate tanta, ut sensus nostri, nec numerandi, nec distinguendi finem attingant?

CAPUT IV.

De corporum porositate.

21. Ut corporum *porositatem* facile perpendamus, juvat primum secernere corporis *massam* a *volumine*: producitur illa a solidis particulis, ex quibus coagmentantur corpora, et pondere determinatur: alterum efficitur ab earumdem partium adhaesione, atque designatur a superficiebus, inter quarum limites includitur corporis extensio, seu magnitudo. Quod si minuatur corporis volumen, quin pondus imminuatur, tunc dicimus corpus densari; rarefieri vero, quando augetur volumen, non aucto pondere. In condensatione itaque partes solidae ad mutuum contactum magis accedunt; contra in rarefactione partes magis a se mutuo recedunt.

22. Observatione liquet corpora omnia, etsi densissima, uti sunt metalla, validiori compressione, imo sola frigoris actione, redigi in minus volumen. Solidae partes igitur, ex quibus corpora componuntur, non ita invicem cohaerescunt, ut inter illas nulla sint intervalla; hisce enim sublatis, per quam semitam progredi possent partes, ut ad majorem viciniam accedant?

23. Quando itaque statuimus corpora omnia impenetrabilitate (4) donari, id intelligatis velim de particulis solidis, ex quibus illa coagmentantur (*a*); quoad enim corpora sub dato volumine contenta, scatent omnia innumeris meatibus, quibus natura opportune utitur in pluribus phaenomenis producendis.

24. Corpus humanum crebris redundare intercapedinibus, apertissime evincitur, tum ex copiosissimis sudoribus e cuticula manantibus; tum etiam ex insensibili perspiratione, qua mortales carere nequeunt sine valetudinis, et saepe ipsius vitae periculo.

25. Sanctorius (*b*) omnium primus observavit in homine athletice valente, ex octo alimenti libris, intra unius diei spatium, quinque circiter elabi per insensibilem perspirationem: quod experti sunt etiam Dodart, et alii naturae speculatores (*c*). Verum in hac re definienda clarissimi viri Lavoisier, et

---

(*a*) Musschenbroek ponit, corpora majora componi a congerie particularum diversi ordinis, hoc ferme modo. Duo vel tria elementa, sive exiguissimae particulae solidae simul junguntur, et massam efficiunt, quae dicitur *primi ordinis*, aut particula prima; ex duabus vel tribus particulis primi ordinis simul junctis, producitur massa *secundi ordinis*, sive particula major, et sic deinceps. Introduct. ad Philosoph. Natural. T. 1. §. 98.

(*b*) Medic. Static. sect. 1.

(*c*) Encyclopédie ... art. *Traités de Physiologie*.

Seguin (*d*) distinxerunt perspirationem è pulmonibus prodeuntem ab illa, quae effluit ex innumeris cutis meatibus (*e*), atque constituere potuerunt pulmoneam transpirationem esse ad cutaneam : : 7 : 11, ideoque pulmoneam excedere tertiam partem totius effectus. Utraque tamen copia *perspirationis*, major, vel minor esse solet, pro regionum varietate, pro diversa coeli temperie, et pro diversa hominis aetate, et corporis constitutione.

26. Non modo partes animalium molliores, verum etiam illae, quae durae censentur ingentibus poris redundant. Sic cernimus colores alte se se insinuare per ossa, cornua, et ebur; superficie enim abrasa, adhuc conspicui fiunt colores. Etiam lapides, et marmora adeo penetrantur a coloribus terebenthinae spiritu paratis (*f*), ut vestigia ducta in superficie una, transmittantur per singula lapidum, et marmorum strata, ita ut scindi possint in plures tabulas aeque depictas.

27. Vegetabilia suas habere intercapedines, com-

(*d*) *Sulla traspirazione.* Dissertazione dei signori Lavoisier, e Seguin diretta a Vincenzo Dandolo, e dallo stesso portata nell' italiano idioma. Venezia 1792.

(*e*) Leuwenhoeck ope microscopii inspexit 120 meatus in parte humanae pellis, cujus superficies erat unius tantum lineae ... *Arcana naturae*, Lug. Batav. 1722. Doct. Grevv observavit poros potissimum conspicuos esse in manibus et pedibus ... Transact. Philosoph. n. 159.

(*f*) Du Fay Acad. R. des Scien. de Paris, an. 1728. 1732.

probant arbores, et plantae trahentes succum nutritium e terrae sinu, humidumque aereum ab atmosphaera ebibentes (*g*): per poros vero ligni fluere aquam, experimento constat. Apto lanci machinae pneumaticae tubum vitreum satis longum, cujus superiorem partem probe occludo querceo ligno, interius, et juxta longitudinem fibrarum ipsius ligni, excavato in formam vasis, cujus fundus non excedat in crassitie lineas tres circiter, et impleo vas aqua. Dum aer e vase subducitur, aqua permeat per ligni poros, et guttatim descendit in tubum.

28. Hydrargyrum permeat metalla omnia, ferro excepto; etiam ex aere, et luce se se insinuantibus per metalla, eorumdem porositas apertissime evincitur (*h*).

29. Fluida scatere intervallis, non tantum inde constat, quod luci pervia sint, verum etiam ex eo quod plurima fluida simul misceantur, et in permixtione quandoque imminuatur volumen, uti contingere observamus, quando in aquam infundimus aequalem acidi sulphurici quantitatem; in qua fluidorum

---

(*g*) Hales in *statica vegetabilium* lib. IV. nos docet plantas, et herbas instructas esse vasibus exhalantibus, et absorbentibus, quorum beneficio sistunt in vegetalibus quae necessaria sunt ad eorum nutritionem, et augmentum; supervacanea disperguntur. Idem censet Malphigius P. I. Anatom. plantarum ... *de foliis.*

(*h*) Teste Newtono optices lib. II. par. 3. prop. 8. *aurum plus habet meatuum inter partes suas solidas, quam partium solidarum, quibus meatus interjacent.*

mixtione statim se prodit calor. Quando enim partes, quae ob interpositum *caloricum* a se mutuo distant, ad majorem contactum accedunt, semper ex ipsis evolvitur aliqua calorici portio (*i*).

30. Quamvis corpora omnia innumeris redundent meatibus, attamen determinari nequit absoluta eorumdem quantitas, quae caeteroquin comperta foret, si quod existeret in natura corpus omnino solidum. Etenim si pollex cubicus dati solidi adaequaret pondere suo libras duas; pollex vero cubicus corporis porosi esset unius librae; tunc innotesceret occupari dimidium voluminis hujus corporis ab intervallis existentibus inter solidas particulas.

31. Quum itaque nullum dignoscatur corpus perfecte solidum, relativa tantum porositas comperta nobis esse potest, quae eruitur ex majori corporis volumine, et minori ejus massa, quoad volumen, et massam alterius corporis minus porosi; major nempe est porositas corporis, prout majus est illius volumen, et minus est pondus. Hinc datis duobus corporibus in volumine aequalibus, inferimus majorem intercapedinum copiam existere in corpore, quod minus pendit. Pondus corporis sub dato volumine e. g. unius pollicis cubici dicitur gravitas specifica, vel pondus specificum corporis. Quamobrem si com-

---

(*i*) Thenard traité de Chimie élémentaire, tom. 1. §§. 52, et 80. Paris 1817. *seconde édit.*

pertum habeamus pollicem cubicum mercurii quatuordecies ponderosius esse pollice cubico aquae, innotescet pondus specificum mercurii esse ad pondus specificum aquae : : 14 : 1.

32. Verum ex eo quod datum corpus admodum porosum sit, minime conjicere possumus aptum esse ad datum fluidum excipiendum, vel transmittendum; fieri enim potest, ut fluidi particulae, vel figura, vel magnitudine sua minime congruant cum figura, et magnitudine intercapedinum ipsius corporis (*k*); vel ea sit earumdem positio, atque directio, ut per illas minime permeare possit datum fluidum: quae omnia quamvis consentanea sint; attamen corporum intervalla occupari possunt a fluido aliquo, quod cohibeat fluidum transmittendum.

CAPUT V.

De inertia.

33. Vis, qua corpus resistit mutationi status sui, qua nempe corpus nititur tueri statum suum quietis si quiescat, vel motus si moveatur, dicitur *inertia*.

(*k*) Demonstrat Musschenbroek, *introduc. ad Philosoph. Natural.* tom. 1. §. 102. varium pororum numerum, figuram, et magnitudinem oriri a vario numero, situ, et magnitudine minimarum partium solidarum, ex quibus coagmentantur corpora.

Hujusmodi vis a Nevvtono (*l*) inter vires insitas recensetur, quo nomine intelligimus vires, quae semper agunt in corpora, quin dignoscatur ullus exterior impulsus, a quo ipsa urgeantur.

34. Inertiae vim insitam esse corporibus omnibus apertissime liquet: constanter enim experimur impendendam esse vim motui cuicumque excitando, turbando, vel cohibendo, proportionalem: sed nulla vi opus est, ubi nulla vincenda occurrit resistentia; constat igitur quodvis sensile corpus praeditum esse vi inertiae, nimirum resistere mutationi status sui.

35. Hujusmodi vis proportione respondet massis in corporibus quiescentibus; etenim quum singulae particulae, ex quibus corpora componuntur, sua polleant inertiae vi, quo major erit particularum summa, eo major etiam erit numerus graduum hujus vis.

35. Revera ad eamdem velocitatem inducendam in corpus, cujus massa nunc duplo, nunc triplo major sit, vis adhibenda est duplo, vel triplo major. In corporibus vero, quae moventur, inertia proportionalis est eorumdem corporum *momentis*; quo nomine intelligimus *quantitatem motus* (*m*), qui producitur, vel ad quem producendum corpus tendit. Hinc major adhibenda est vis, ut major quantitas

---

(*l*) Princip. Math. Philosoph. natural. lib. 1. def. 3.

(*m*) Quantitas motus adaequat productum ex massa in celeritatem, vide §. 79. 80. 81.

motus destruatur. Quare si vi uti unum, abrumpi poterit in dato corpore quantitas motus uti unum, vis dupla opponenda erit ad coercendum motum uti duo.

37. Nonnulli inertiae vim cum gravitate confundunt, quos facile vel ludendo refellere possum. Dum enim pilam deorsum deciduam vehementius urgeo, pila manum sursum premit; sed gravitas deorsum tantum agit; a gravitate igitur distinguenda est inertia.

38. Alii a resistente aere inertiam repetunt; sed in vacuo Boyleano, ubi aer est ferme nullus, dum corpora ad mutuam impactionem veniunt, eadem observantur phaenomena, quae in aere libero contingunt. Resistit aer in ratione voluminis; corpora autem resistunt in ratione mutationis inducendae. Hinc experimur funiculum sustentare datam massam, dum haec sensim sine sensu elevatur; quando vero aliqua velocitate massa elevari vult, tunc funiculus disrumpitur; impar enim fit ad sustentandum ejusdem massae momentum.

CAPUT VI.

De gravitate generatim, potissimum vero de terrestri.

39. Vis qua corpora omnia, et singulae corporum partes in se invicem tendunt, quin urgeantur ab ullo extrinseco impulsu, dicitur *attractio*. Qua voce

cum Nevvtono (*n*) phaenomenon designamus, minime vero causam.

40. Pro diversis effectibus, quos attractio producit, diverso etiam distinguitur nomine; modo enim nuncupari solet *gravitas universalis*, vel *attractio Physica*, modo *attractio electiva*, vel *molecularis*; modo *gravitas terrestris*.

41. Gravitas universalis, seu attractio Physica est illa, qua corpora omnia tendunt in se mutuo, et in aliquod punctum, quod centrum totius systematis dicitur; haec vis se prodit inter grandiora corpora, et ad immanes distantias; ab ipsa enim planetae, atque cometae continentur in orbitis, quas circa solem describunt.

42. Attractio electiva, seu molecularis, quae nuncupatur etiam *affinitas chymica*, nobis se offert in ea propensione, qua particulae corporeae ad minimas distantias positae se invicem petunt, atque ad mutuos contactus accedentes in corpora et ingentis molis quandoque solidescunt. Hujus phaenomeni exemplum nobis suppeditant salia soluta in aqua, quorum partes, dum aqua evaporat, mutuo se petunt, et unicum salis frustum efficiunt.

43. Gravitas terrestris est illa vis, qua terrestria corpora perpendiculariter tendunt versus telluris

---

(*n*) Optices lib. III. q. 31., et Princip. Mathem. Phil. Natural. lib. I. scho. prop. 69.

superficiem, ejusque effectus sunt vel motus, vel pressio in corpora, a quibus gravia sustentantur.

44. De hac postrema attractionis specie hoc loco agendum: hujus enim vis consideratio plurimum confert ad explanandam motus doctrinam, qua ignorata, naturam ignoremus necesse est, ut ait Philosophus (*o*): de reliquis vero attractionis speciebus singillatim agam, postquam de solidorum, et liquidorum motu dixero.

45. Constanter observamus corpora omnia sibi permissa ruere perpendiculariter versus telluris superficiem et ubi sustentantur, vim exercere in corpora, quibus incumbunt, et ea premere, atque trahere juxta eamdem lineam. Sed nulla dignoscitur externa causa, quae agat in corpora, eademque adigat ad motum potius deorsum, quam sursum, aut ad latera: admittenda est igitur aliqua vis corporibus insita, quae causa sit hujus phaenomeni; hanc vim *gravitatem* dicimus.

46. Quamvis tellus omnino sphaerica non sit, sed elevata ad aequatorem, et compressa ad polos; attamen compressio adeo est exigua (*p*), ut figura telluris parum omnino differat a sphaera (*q*); ideo-

---

(*o*) Aristotel. Phys. III. c. I. apud Laert. X.

(*p*) Delambre abrégé d'Astronomie... Paris 1813. art. *Grandeur, et figure de la terre.*

(*q*) Francoeur Uranographie ... Paris 1818... prem. part. *Figure de la terre.*

que sine sensili errore statuere possumus, gravia in descensu lineas describere, quae ad telluris centrum tendunt.

47. In assignanda gravitatis causa, varias hypotheses excogitarunt Physici (*r*); sed vera causa nos adhuc latet. Id unum ex calculo deduxit Nevvtonus, nempe vim, qua gravia in tellurem descendunt, non diferre a vi, quae lunam retinet in orbita sua circa tellurem (*s*). Gravitas terrestris igitur haberi potest veluti peculiare quoddam phaenomenon ipsius gravitatis universalis: sed nulla assignari potest causa, aut physica ratio hujus vis (*t*); ergo et gravitatis terrestris causa incomperta nobis est.

48. Observationibus constat eamdem non esse gravitatem in singulis telluris locis, sed majorem se prodere versus polos, minorem vero prout ad aequatorem accedimus (*u*). Qua de re idem Nevvtonus definivit (*v*) imminui gravitatis actionem in corporibus, prout crescit quadratum distantiae a telluris centro; nimirum corporum gravitatem esse *reciproce*, ut quadratum distantiae a centro telluris.

(*r*) Praecipua Philosophorum placita de caussa gravitatis refert Eques Verneius t. II. par I. lib. V. *de Re Physica ad usum Lusitanorum adolescentum* ... Romae 1769.

(*s*) Princip. Math. Phil. Natural. l. III. p. IV.

(*t*) Ibidem l. I. def. 8.

(*u*) Maupertuis *figure de la terre* l. III. v. 6. et seq .... Paris 1739.

(*v*) Lib. III. p. IV., et corol. 2. p. VII.

49. Nonnulli gravitatem cum pondere confundunt: sed altera ab altero omnino differt. Gravitas est vis urgens corpora ad descensum. Pondus vero est pressio, seu vis quam directe exerit corpus in corpus alterum, a quo illud sustentatur, ne deorsum decidat: competit gravitas tum corpori, tum singulis ejus partibus, seu conjunctae ipsae sint, seu separatae; nimirum aequalem inducit celeritatem tum in majorem, tum in minorem corporis massam. At pondus immutatur, et modo crescit, modo minuitur, prout major, vel minor est partium solidarum numerus, ex quibus corpus coagmentatur.

50. Sunto duo globi plumbei, quorum alter pondus habeat decem unciarum; alter vero unius unciae; simul demittantur ex eadem altitudine: videbimus utrumque globum eodem tempore, eademque celeritate tellurem attingere, quamvis haec duo pondera sint inter se uti decem ad unum.

51. Galilaeus omnium primus (*x*) animadvertit, corpora leviora tardius descendere ob majorem, quam patiuntur aeris resistentiam. Id in apertum adduxit Nevvtonus (*y*), qui experimentis in vacuo institutis, apertissime demonstravit, corpora diversi ponderis, atque voluminis descendere pari tempore ex eadem altitudine.

(*x*) T. II. *Dial* I. *de Mech.* pag. 518. 519. ... Firenze 1818.
(*y*) Princ. Math. Phi. Nat. l. II. sch. prop. 40.

52. Profecto constanter observamus in vacuo Boyleano aurum, plumbum corpora admodum ponderosa; lanam, plumam, aliaque levissima corpora, ex eadem altitudine demissa, simul etiam pervenire ad machinae pneumaticae lancem. Sola igitur aeris resistentia in causa est, cur leviora corpora segnius decidant (z).

(z) Veritatem hanc magis, magisque confirmant experimenta a Desaguliers facta an. 1719. in Templo Londinensi Divi Pauli. Demissis corporibus diversi ponderis a cacumine rotundae turris, cujus altitudo est 272 pedum, observavit differentiam in descensu proportione minime respondere ponderum differentiae; ideoque repetendam esse ab aeris resistentia .. *Cours de Phys. Exp. trad., par Pezenas* t. 1. pag. 368, Paris 1751.

INSTITUTIO II.

De motu.

CAPUT I.

De motu generatim.

53. Corpora quiescere dicimus, quando in eodem remanent loci spatio; contra moveri judicamus illa, quae continenter diversis respondent spatii punctis, seu de loco in locum alium transeunt. Hinc *quies* definiri solet permansio corporis in eodem loco: *motus* vero definitur transitus corporis de loco ad locum alium (*a*).

54. Ratione loci motus considerari potest vel absolute, vel relative. *Absolutus* dicitur, quando corpus positionem suam mutat a corporibus reapse quiescentibus: *relativus* appellatur, si corpus distantias mutet a corporibus, quae etiam moventur.

55. Motus relativus tribuitur in *communem*, et *proprium*. Corpus motu communi movetur, quando cum aliis corporibus translatum servat eumdem lo-

---

(*a*) Physicae pars, quae de motu disserit, *Mechanica* appellari solet.

cum: sic homo in nave sedens, dum haec a ventis, vel remis provehitur, movetur motu communi cum nave: si vero in illa deambulet, tunc movebitur motu proprio; mutat enim positionem suam a partibus navis, et interea fertur motu communi cum nave.

56. Definiri minime potest, num aliquod existat in natura corpus absolute quiescens. Nos enim ex *optica* judicamus moveri corpora, quorum imagines successive respondent diversis partibus in fundo oculi, seu in retina: contra cernimus tanquam quiescentia objecta, quorum imagines eamdem semper occupant partem retinae: ideoque etsi corpus celerrime moveatur, nobis apparebit quiescens, si ejus imago minime immutet locum in fundo oculi nostri.

57. Id experitur qui secundo vento navigat. Navis, ejusque partes omnes quiescere videntur; servant enim eamdem positionem, et distantiam ad navigantis oculum: contraria vero directione, et eadem celeritate qua provehitur navis, moveri videntur objecta extra navim posita, quia locum mutant respectu oculi, et eorumdem imagines continenter respondent diversis retinae partibus.

58. Dum corpus e loco ad locum alium transit, concipi potest adinstar puncti fluentis, describentis lineam: haec linea dicitur *spatium* a corpore percursum, et prout recta, vel curva est, etiam motus dicitur vel *rectilineus*, vel *curvilineus*.

59. Corpora omnia, dum mutant statum quietis

in motum, vel motus in quietem, quibusdam subjacent regulis a natura praescriptis, quae ideo nominari solent leges naturae (*b*), vel leges motus; quarum praecipue tres recensentur, easque ab inertia Nevvtonus (*c*) deduxit.

60. Lex I. *Corpus quodvis nititur perseverare in suo quiescendi, vel movendi statu uniformiter, et in directum, nisi a viribus impressis cogatur statum suum mutare.*

61. Reapse corpus ob inertiae vim (34) nititur tueri statum suum: igitur si quiescat, in ea quiete perpetuo manebit, nisi ab aliqua vi urgeatur ad motum: si vero moveatur, motum suum constanter servabit, cum nequeat corpus sibi ipsi impertiri nec quietem, nec retardationem, nec directionis mutationem. Hinc sequitur nullum dari motum sine vi, et corpus adigi non posse ad quietem, nisi ab alia vi, quae illius motum prorsus abrumpat: ubi ergo acceleretur, aut retardetur corporis motus, inferri poterit, adesse vim, quae continenter vel corpus urgeat ad motum, vel ejus motui opponatur.

(*b*) Leges naturae, sunt ordinationes quaedam liberrime a Conditore Deo sancitae, quibus regitur, et conservatur mundus, ideoque ipsae immutari nequeunt ab hominibus. Potest autem Deus naturae legibus derogare, easdemque vel abrogare, vel etiam obrogare. Turpiter igitur erravit Spinosa, qui ut miraculorum possibilitatem de medio tolleret, contendere ausus est naturae leges esse necessarias.

(*c*) Princ. Math. Phil. Natural. l. 1. pag. 20. 21. et 23, Genevae 1739.

62. Quidquid itaque inducere potest mutationem status in corpus, sive quiescat, sive moveatur, appellari solet *vis*. Haec *momentanea* dicitur, si ad temporis momentum agat in corpus, nec illud amplius urgeat: *continuata* nuncupatur, quando agit in corpus toto tempore, quo perseverat in motu.

63. Inter vires, quas natura suppeditat nobis ad inducendum, vel abrumpendum corporum motum, recensentur potissimum: vis quae ab animantium musculis, et organis producitur; vis impactionis, qua scilicet corpora, in mutua collisione mutant statum quietis, vel motus; gravitas, quae vel motum inducit in corpora, vel ad motum inducendum tendit; elasticitas, quae se prodit in quorumdam corporum compressione, vel tensione; ipsamet attractio, atque repulsio tum electrica, tum magnetica, totidem vires sunt, quae urgent corpora ad motum.

64. Quod autem abrumpere, aut retardare, aut immutare potest motum, *obstaculum* dicimus. Hujusmodi sunt impenetrabilitas, et inertia. Mobile enim nequit sibi aperire viam, transeundo per alia corpora, quin haec urgeat et e suo loco propellat, vincendo resistentiam, quae proportione respondet inertiae corporis e loco pulsi, quemadmodum observamus in corporibus ipsis, quae in aere (52) moventur. Inter obstacula recensetur etiam attritus, seu frictio, quam patitur mobile decurrens per sustentantia corpora.

65. Lex II. *Mutatio motus proportione respondet vi motrici, et fit secundum directionem a vi motrice impressam.*

66. Revera corpus minime potest in se ipsum mutationem inducere: si qua igitur contingat in corpore mutatio, ipsam oriri oportebit ab aliqua vi: sed effectus quilibet proportionalis est suae causae: quo major itaque fuerit hujusmodi vis, eo major etiam erit mutatio. Hinc ait Nevvtonus (*d*): siqua vis motum quemvis generet, dupla duplum, tripla triplum generabit, sive simul, et semel, sive gradatim, et successive impressa fuerit. Praeterea quum corpus urgeri nequeat ad motum, nisi juxta directionem a vi motrice impressam, ubi ab hac directione declinet, et in aliam quamvis partem tendat, existat necesse est aliqua nova vis, quae vi motrici primum impressae obsistat.

67. Lex III. *Actioni aequalis, et contraria est reactio; nimirum actiones duorum corporum, quorum alterum in alterum mutuo agat, semper aequales erunt, et in contrarias partes fient.*

68. Et profecto, ob inertiae vim, corpora resistunt quaqua versus mutationi status sui. Quando igitur corpus *A* agit in *B*: corpus *B* inertiae vi, qua pollet, resistit actioni illius, et resistendo aufert ab eodem corpore *A* quantitatem vis aequalem

---

(*d*) Princ. Math. Ph. Natural. l. 1. p. 21.

quantitati vis, a qua ipsum urgetur. Sic equus, in quo insit robur trahendi pondus uti 1000, ubi trahat pondus uti 100; vis superstes in equo erit uti 900; quanta enim est vis, qua equus agit in pondus, tanta est vis, qua pondus reagit in equum.

CAPUT II.

De motu simplici, et uniformi.

69. Quando *motus* ab unica vi proficiscitur, vel a pluribus viribus simul, aut successive, et juxta eamdem lineam, atque directionem agentibus, nuncupatur *simplex*. Hujusmodi est motus lapidis vi gravitatis descendentis, vel etiam rhedae, quando a pluribus equis trahitur.

70. Motus omnium simplicissimus est ille qui a a momentanea vi (62) producitur; quum enim hujus generis vis agat unico impulsu, motum rectilineum, et uniformem gignit; corpus vero *uniformiter moveri* dicimus, quando aequali, et constanti celeritate movetur; scilicet quando singulis aequalibus temporibus percurrit spatia aequalia, et a relatione spatii percursi, atque temporis insumpti, determinatur corporis *celeritas*, quae major est pro majori spatio percurso, et pro minori tempore impenso; continet nempe rationem directam spatii, et inversam temporis.

71. Hinc si celeritas dicatur C, spatium S, tempus T, ejus generalis expressio erit $C = \frac{S}{T}$: ex qua fiet $S = CT$; $T = \frac{S}{C}$: celeritas igitur adaequat spatium divisum per tempus: innotescit spatium ex producto celeritatis in tempus: hoc eruitur ex divisione spatii per celeritatem.

72. Celeritates itaque duorum corporum comparari nequeunt inter se, nisi ratio instituatur temporum, et spatiorum. Ponamus literis c, s, t exponi celeritatem, spatium, et tempus alterius corporis; erit etiam $c = \frac{s}{t}$; $s = ct$; $t = \frac{s}{c}$. Jamvero ex hisce aequationibus inter se comparatis, fient proportiones

$$C : c :: \frac{S}{T} : \frac{s}{t}$$

$$S : s :: CT : ct$$

$$T : t :: \frac{S}{C} : \frac{s}{c}$$

Hinc patet 1.° celeritates duorum corporum esse inter se uti spatia divisa per tempora insumpta; 2.° spatia esse uti producta ex celeritatibus in tempora; denique tempora esse uti spatia divisa per celeritatem.

73. Quod si fuerit $C = c$; vel $S = s$; vel $T = t$;

habebimus etiam $\frac{S}{T} = \frac{s}{t}$; $CT = ct$; $\frac{S}{C} = \frac{s}{c}$; hinc institui poterunt proportiones

$$S : s :: T : t$$
$$C : c :: t : T$$
$$S : s :: C : c$$

Positis itaque celeritatibus aequalibus, spatia erunt uti tempora; si spatia fuerint aequalia; celeritates erunt in ratione inversa temporum; datis autem temporibus aequalibus, spatia erunt uti celeritates.

74. Verum si fuerit $C : c :: T : t$, tunc celeritatibus poterunt substitui tempora, et vicissim; ideoque proportio $C : c :: \frac{S}{T} : \frac{s}{t}$, evadet in hanc $T : t :: \frac{S}{T} : \frac{s}{t}$, vel in $C : c :: \frac{S}{C} : \frac{s}{c}$; ex quibus oriuntur proportiones

$$T^2 : t^2 :: S : s, \text{ et } C^2 : c^2 :: S : s.$$

Si celeritates itaque fuerint proportionales temporibus, spatia percursa erunt uti quadrata temporum, vel uti quadrata celeritatum.

75. Quando corpus inaequabili celeritate fertur, quando nempe illius motus, aut crescit, aut minuitur, tunc motus dicitur *inaequabilis*, seu *variabilis*; atque si celeritatis gradus successive additi, vel dempti proportionales sint temporibus, motus erit *uniformiter acceleratus*, vel *uniformiter retardatus*; secus erit

inaequabiliter acceleratus, vel *inaequabiliter retardatus*.

76. Sed quando celeritates proportione respondent temporibus, spatia percursa (74) sunt uti quadrata temporum, vel uti quadrata celeritatum; ergo spatium a corpore percursum, motu uniformiter accelerato, erit uti quadratum temporis, vel uti quadratum celeritatis.

77. Hisce de celeritate constitutis, rationem investigemus oportet ad aestimandam motus quantitatem. Ante Leibnitium efficacia vis, seu *quantitas motus* constanter exhibita fuit a producto massae in celeritatem. Summus ille Philosophus distinguendo vim *vivam* a *mortua*, contendit hanc quidem esse, ut productum ex massa in celeritatem; illam vero adaequare productum ex massa in quadratum celeritatis (*e*).

78. *Vim vivam* dicimus illam, quae reapse motum producit; hujusmodi est vis gravis descendentis vel lapidis projecti. Si vis careat effectu, et in sola pressione consistat, appellatur *vis mortua*, vel simpliciter *pressio*. Pressionis exemplum nobis suppeditat grave quodlibet sustentatum in tabula, vel filo suspensum, quod ferri deorsum nititur (43), sed ab obice impeditur.

(*e*) In actis Lipsiensibus ad an. 1686, et in commercio epistolico Leibnitii, et Bernoulli. epist. 24. t. 1. pag. 143. *Lausannae, et Genevae* 1745.

79. Non defuere eruditissimi Viri (*f*), qui argumentis ex observationibus, et experimentis deductis, demonstrarunt Leibnitianam opinionem eliminandam esse e Mechanica, ideoque non esse recedendum a vetustissima virium existimatione; hanc doctrinam sequuntur recentiores Physici, qui constituunt *efficaciam vis*, seu *quantitatem motus*, esse uti productum ex massa in celeritatem.

80. Cum porro quantitas motus oriatur ex motu omnium partium, quae corpus constituunt; quo major erit corporis massa; eo plures erunt partes ejusdem motus participes; ergo, crescente massa, crescere etiam debet quantitas motus.

81. Sed aucta velocitate, augetur pariter quantitas motus, quae major semper est, prout corpus breviori tempore majus spatium percurrit. Productum igitur ex massa in celeritatem exhibebit quantitatem motus. Quare si quantitas motus sit Q, massa M, celeritas C; erit $Q = MC$; ideoque fiet etiam $C = \frac{Q}{M}$; $M = \frac{Q}{C}$.

82. Quando itaque ex hisce tribus duo dignoscuntur, facile invenitur tertium. Sic multiplicando massam per celeritatem, comperta nobis erit quantitas motus: ex divisione quantitatis motus per mas-

---

(*f*) Klarche *Recueil de diverses pièces.* Amsterdam 1720. t. 1. Desaguliers *Transact. Philosoph.* an. 1723. n. 375. p. 269. Varignon, Fontenelle, et Mairau *mémoires de l'Acad. R. de Paris.* an. 1728.

sam innotescet celeritas: massa denique erit aequalis quantitati motus divisae per celeritatem.

83. Sit quantitas motus alterius cujusvis corporis q, massa m, celeritas c, habebimus etiam $q = mc$; $c = \frac{q}{m}$; $m = \frac{q}{c}$, et hisce comparatis cum aequationibus superius expositis, fient proportiones

$$Q : q :: MC : mc$$

$$C : c :: \frac{Q}{M} : \frac{q}{m}$$

$$M : m :: \frac{Q}{C} : \frac{q}{c}$$

Ex quibus patet quantitates motus, duorum corporum esse inter se uti producta ex massis in celeritatem. Celeritates sequi rationem directam quantitatum motus, et inversam massarum; massas denique fore in ratione directa quantitatum motus, et inversa celeritatum.

84. Verum si fuerit $Q = q$; vel $C = c$; vel $M = m$; habebimus etiam $MC = mc$; $\frac{Q}{M} = \frac{q}{m}$; $\frac{Q}{C} = \frac{q}{c}$ ex quibus oriuntur proportiones

$$C : c :: m : M$$

$$M : m :: Q : q$$

$$Q : q :: C : c$$

Scilicet, si quantitates motus fuerint aequales, tunc celeritates erunt *inverse* uti massae. Datis celeritatibus aequalibus, massae erunt inter se in ratione

directa quantitatum motus. Positis autem massis aequalibus, quantitates motus erunt inter se in ratione directa celeritatum.

CAPUT III.

De motu composito.

85. *Motum compositum* dicimus illum, qui oritur a duabus vel pluribus viribus in idem corpus simul agentibus. Hujus motus exemplum habemus in navi, quae funibus alligata, promovetur ex oppositis fluminis ripis a duabus viribus conjunctim conspirantibus. *Conspirantes* autem nominantur vires, quando simul, eodemque tempore agentes dirigunt mobile ad punctum idem.

86. Quemadmodum enim non raro evenit, ut unica vi propositus motus, vel propositum aequilibrium obtineri nequeat; ita mechanici artem excogitarunt, qua vel plures vires uni, vel unam pluribus substituere solent; quam artem inscribunt de pressionum, et motuum *compositione*, atque *resolutione*. *Compositio* est inventio unius pressionis, vel motus unius, qui pluribus pressionibus aut pluribus motibus substitui potest: *resolutio* autem est inventio plurium pressionum, vel motuum, qui substitui possunt unicae pressioni, vel unico motui.

87. Doctrina universa de pressionum, et motuum compositione, atque resolutione, hoc theoremate

continetur. Pressio exposita per diagonalem parallelogrammi aequivalet pressionibus duabus expositis per latera ejusdem parallelogrammi; et vicissim pressiones duae expositae a lateribus parallelogrammi aequivalent unicae pressioni ab illius diagonali expositae.

88. Utraque theorematis pars experimento constat. Circa mensulam *ABCD* (tab. 1. fig. 1.) horizontaliter collocatam, ubilibet aptari possint trochleae. Trochlea una ponatur in *A*, altera in *C*, et utrique advolvantur funiculi gravati ponderibus aequalibus x, z, hinc inde trahentes corpus *R* aeque distans a punctis *A*, et *C*; corpus *R* immotum remanebit; trahitur enim in contrarias partes ab aequalibus ponderibus x, et z, quorum pressiones aequales, et oppositae, exprimi possunt per rectas *AR*, *CR*.

89. Jam vero si circa *CR*, tanquam circa diagonalem describatur parallelogrammum quodcumque *BCDR*, atque funiculo *CR* substituantur duo funiculi *BR*, *DR*, qui sequantur directionem laterum; iisdemque circa trochleas advolutis nectantur pondera f, g, quae sint ad pondus z, uti sunt latera ad diagonalem *CR*, corpus *R* adhuc immotum remanebit; ergo pressiones, quas faciunt pondera g, et f, expositae a lateribus parallelogrammi aequales sunt pressioni ponderis z expositae a diagonali *CR*.

90. Sed vires, nisi impediantur, semper motum producunt sibi proportionalem; quod igitur constat de pressionibus, idem intelligendum de motibus.

Quapropter corpus actum a duabus viribus conspirantibus, quae sint uti latera parallelogrammi, percurret diagonalem, quo tempore, viribus separatis, percurreret unum, aut alterum parallelogrammi latus.

91. Quod experimenta oculis subiiciunt, etiam ratio confirmat. Profecto si corpus *R* promoveretur a sola vi *BR*; perveniret dato tempore in *B*; si in illud ageret sola vis *DR*, traheretur in *D*; sed corpus *R* ab utraque vi promovetur, nempe trahitur a vi *BR*, et a vi *DR*; ergo ut hisce duabus viribus simul agentibus, simulque conspirantibus eodem tempore obtemperet, describat oportet diagonalem *CR* eodem tempore, quo una virium separatim agente, alterutrum parallelogrammi latus describeret.

92. Diagonalis autem *CR* minor est duobus lateribus *BR*, *DR* simul sumptis; igitur vis, quam corpus acquirit in diagonali a duabus viribus ad angulum positis, minor semper erit iisdem viribus simul sumptis; aliqua enim earumdem pars destruitur ob hujusmodi virium conspirationem. Quando itaque duae vires diversa directione agunt, minorem effectum producunt; major autem evadit ubi eadem sit utriusque vis directio; et prout angulus directionum magis erit obtusus, eo minor etiam erit virium effectus.

93. Si plures fuerint vires, quae secundum diversas directiones motum inducant in corpus; inquiratur seorsim motus compositus duarum virium. Sic

AM, et *AN* (tab. I. fig. 2.) efficient motum *AX*; *AX* quae tamquam vis unica consideratur cum tertia vi *AE*, dabit motum compositum *AF*; atque ita ordinatim progrediendo, si plures fuerint vires.

94. Datis itaque pluribus viribus momentaneis simul agentibus, quae eodem tempore, atque directionibus angulum constituentibus trahant corpus, motus qui inde fiet, semper erit rectilineus; uti constanter cernimus in corpore funibus alligato, et a pluribus viribus simul conspirantibus promoto.

CAPUT IV.

De virium aequilibrio, et de gravitatis centro.

95. Corpora librari dicimus, quando duae vel plures vires in illud agunt, quin determinetur ad motum, quod contingere observamus, quoties ex oppositis directionibus vires exerunt momenta (36) aequalia in punctum idem. Exemplum primo expendam simplicissimum.

96. Duae massae aequales *X*, *Z* gravent lineam inflexibilem *AB* (tab. I. fig. 3.), et constitutae sint in aequali a puncto medio *F* distantia: aequilibrabuntur; deest enim ratio, cur altera vincat vim, seu pressionem alterius. Hoc principio nititur, et explicatur libra (tab. I. fig. 4.).

97. Punctum *F* dicitur *centrum* motus, vel centrum pressionum utrique massae commune: gene-

ratim vero appellatur *fulcrum*: linea inflexibilis *AB*, cui nexae sunt massae *X*, *Z*, et quae unico suo puncto nititur fulcro *F*, nuncupatur *Jugum*. Hujusmodi virga, vel concipitur uti gravitatis expers, vel ita constituta in fulcro *F*, ut partes *AF*, *BF* utrinque librentur.

98. Sed et aliter obtinere possumus aequilibrium, quando scilicet massae sunt inter se in ratione reciproca suarum a fulcro distantiarum; hoc est si quanto data massa, excedit pondere suo massam alteram, tanto hujus distantia a fulcro superet distantiam massae majoris.

99. Esto cum Galileo (*g*) linea inflexibilis *X*, *Z*, (tab. I. fig. 5.) ita collocata in *F*, ut partes *FX*, *FZ* hinc inde librentur. Si huic virgae nectentur duae massae *A*, *C*, dummodo sint aequales, et in aequali a fulcro distantia, librabuntur ipsae. Jam vero si massa *C* dividatur in duas aequiponderantes partes *B*, *D*, et ambae ex utraque parte discedant aequaliter, semper manebunt in aequilibrio cum massa *A*, quamvis tantumdem removeantur a puncto *E*, ut pars *B* tota incumbat fulcro *F*. Ergo sola massa *D* sustinebit in aequilibrio massam *A*; pars enim *B* tota sustentatur a fulcro, et amplius non agit in virgae brachio. Sed massa *A* dupla est massae D, quemadmodum distantia *FZ* dupla est

(*g*) Dialog. II. de Mech. T. II pag. 541. et seq.

distantiae *FX* : igitur duae massae inaequales librabuntur, si fuerint reciproce, uti earumdem distantiae a fulcro; quando scilicet massa *A* erit ad massam *D*, uti distantia *FZ* ad distantiam *FX*.

100. Hoc principio nititur *statera* (tab. I. fig. 6.); etenim unico aequipondio *O* ad diversas a fulcro *F* distantias translato, diversa pondera librari possunt.

101. Ex aequilibrii notione sequitur theoria universa de *centro gravitatis*, quo nomine intelligimus punctum illud, circa quod aequilibrantur oppositae omnes corporis partes, atque in hoc puncto, seu centro accumulatam concipiunt Mechanici totam corporis gravitatem, ejusque efficaciam. Lineam verticalem, quae transit per centrum gravitatis, dicunt *lineam directionis*; et punctum, vel superficiem comprehensam inter puncta corpus sustentantia, nominant *basim*. Hinc universim constituunt, corpus immotum sustentari, quoties linea directionis cadit intra basim: si quoquomodo extra basim cadat, tunc corpus ruere, atque tamdiu dilabi, quamdiu linea directionis intra basim restituatur.

102. Ex hisce intelligitur cur celebres in Italia turres Bononiensis, et Pisana (tab. 1. fig.ris 7. et 8.) perstent citra lapsus periculum, quamquam inclinatae ad horizontem (*h*); gravitatis enim centrum ita

---

(*h*) Turris Bononiensis anno 1110. aedificata, alta ped. 130, ejus

dispositum est, ut ducta ex ipso directionis linea *BD* (tab. 1. fig.ris 8. et 9.), cadat intra earumdem basim: firmius tamen stant aedificia, quae recta insistunt telluri, et prout major est amplitudo basis, major etiam est gravium stabilitas.

103. Etiam varii animantium motus ex hoc mechanicae principio pendent. Homines, deambulando, corpus ad dexteram, et sinistram alternatim inclinant. Cum enim recti stant, et immoti, linea directionis inter eorum pedes incidit; cum vero pedem dexterum promovent, linea directionis ultra basim pedis sinistri excurreret, nisi corpus in partem sinistram retraheretur; quumque labendi periculum imminet, protendimus artus in partem adversam. Qui nimis pingui sunt ventre retrorsum erigunt caput: gibbosi, et qui pondera humeris deferunt, vel alta petunt, corpus incurvant anterius.

104. Aves, pisces et omnes quadrupedum species, ita corpus conformatum habent *(i)*, et omnes corporis partes ita dispositas, ut in motibus suis continere possint lineam directionis intra basim. Dum haec perpendimus, miramur sane quanta fuerit Supremi Conditoris sapientia in animantium structura.

---

inclinatio extra basim est ped. 9; et altera Pisana anno 1173 constructa, habet ped. 138 in altitudine, et ped. 15 in declinatione.

(*i*) Consulatur Alphonsus Borelli *de motu animalium.*

105. Statuta principia viam nobis etiam aperiunt ad quosdam admirabiles corporum motus explanandos. Sic intelligimus cur globus ligneus *XZ*, impositus plano inclinato *CDE* (tab. 11. fig. 9) versus partem superiorem plani ascendat : quum enim habeat massam plumbeam infixam in *A*, quae partem superiorem plani respicit, versus hanc partem transfert centrum gravitatis totius globi, et volutatur, donec punctum *B* respondeat centro gravitatis *A*, idest quamdiu linea directionis *AB*, cadat in punctum contactus.

106. Eadem est ratio, cur duplex conus *MN* impositus angulo *O*, quem faciunt duo asserculi *OR*, *OS* (tab. 2. fig. 10.) ad horizontem elevati, circumvolvatur per eorumdem altitudinem, et ascendat versus *R*, et *S*. Quum enim centrum gravitatis positum sit in puncto medio inter *X*, et *Z*, et respondeat extremitatibus axis *M N* ; ita duplex conus, quando constituitur in angulo *O*, ejus centrum gravitatis prominet supra horizontem per totam integram semidiametrum ; ideoque cadit, atque cadendo, volvitur per elevatiores asserculorum partes, quae constanter divergunt, atque tamdiu volvitur, quousque partes extremae axis contingant maximam plani divergentiam *RS* ; in hac enim positione ejus centrum gravitatis invenitur positum in directum cum altitudine plani. Quamvis igitur in hujusmodi motu centrum gravitatis ascendere videatur, reapse tamen descendit.

107. Facile gravitatis centrum in corpore quolibet mechanice invenitur (*k*). Imponatur corpus aciei prismatis triangularis, atque huc, et illuc moveatur, donec super acie quiescat, et notetur linea in superficie corporis, secundum aciem prismatis. Mutetur situs corporis, donec rursum in alio situ super prismate quiescat, et notetur, ut antea, linea contactus; intersectio linearum erit in linea verticali transeunte per centrum gravitatis corporis.

CAPUT V.

De aequilibrio in machinis, et de resistentiis pervincendis in machinarum usu.

108. Quodlibet instrumentum, cujus ope propositum aequilibrium, vel propositus motus, facile obtineri potest, dicitur *machina*; cujus duplex genus distinguitur: aliae enim machinae sunt *simplices*, aliae *compositae*. Illae unico fulcro constant; compositae multiplex habent fulcrum in unica machinarum compage; compositarum species tam va-

---

(*k*) 's Gravesande *in Phis. élém. Math.* t. 1. pag. 49. et seq. *Genève* 1748, algebricam formulam tradit, qua expedite investigari potest centrum gravitatis in quocumque corporum numero. Qui plura exoptat de inveniendo algebrice centro gravitatis, consulat... Wolfium *élém Math. universae*, T. II. cap. III. Veronae 1746. Et De la Caille *Leçons* élément. de Mécanique pag. 107. et seq. Avignon 1781.

riae sunt, quam late patet humani ingenii sollertia (*l*). Machinae vero simplices, ad quas compositae omnes referri commode possunt, sex recensentur, nimirum *vectis*, *axis in peritrochio*, *trochlea*, *cuneus*, *planum inclinatum*, et *cochlea*.

109. In quavis machina tria potissimum consideranda occurrunt, scilicet *potentia*, seu vis applicanda machinae, ut motum, vel aequilibrium producat; *resistentia*, seu pondus elevandum, vel in aequilibrio constituendum; denique *fulcrum*.

110. *Potentia* dicitur, quidquid vim exerit in resistentiam; appellatur vero *resistentia* quidquid opponitur potentiae; quare non modo corporis pondus, sed etiam attritus, et ipsa funium rigiditas resistentiam opponunt. Denique *fulcrum* vocatur id omne, quod potentiam versus partem unam, et resistentiam versus alteram suffulcit; scilicet est punctum illud, circa quod potentia, et resistentia sustentantur.

111. Quum agitur de machinis, praecipua cognitio nostra versatur in ratione invenienda potentiae ad resistentiam, ut altera ab altera mutuo sustineatur; hoc est ut in aequilibrio utraque consistat; hac enim ratione probe cognita, nihil facilius quam defi-

---

(*l*) De machinis compositis vide Georgium Andream Bockler *Theatrum machinarum*. Norimbergae 1675. Belindorum *Architectura hydraulica*. Parisiis 1737.,39. vol. 2. in 4 ... Gallonum *Machinae ab Academia Parisiensi probatae*. Parisiis 1735. vol. 6. in 4.

nire vim ad motum inducendum. Qua in disquisitione hoc unicum statuimus theorema. Potentia, et resistentia librabuntur in machinis, nec altera alteram vincet, si fuerint inter se in ratione inversa spatiorum, quibus eodem tempore percurrendis, idoneae efficiuntur a machinis.

112. Veritas hujus theorematis, quod ceteroquin analogum est principio constituto pro gravium aequilibrio (98), apertissime demonstratur. Enimvero potentia, et resistentia, si considerentur seorsim a machinis, determinatam habent in premendo vim, quae exhiberi potest per datum pondus; at ubi machinae aptantur, ipsa determinat spatia, per quae potentia, et resistentia moveri debent eodem tempore. Sed quando tempus est idem, vires prementes, scilicet momenta virium sunt directe uti spatia: ergo momenta potentiae, et resistentiae in machinis crescunt, prout majora sunt spatia, quibus eodem tempore percurrendis, potentia, et resistentia idoneae efficiuntur a machinis.

113. Ratio igitur patet, cur in machinis potentia omnino exigua librari possit cum resistentia ut ut ingenti. Sed in re tanti momenti inconsultum foret conquiescere in unius theorematis demonstratione. Juvat igitur machinas simplices expendere, et singillatim potentiae, et resistentiae rationem definire, quando utraque machinis applicatur. Exordiar a vecte.

114. Vectis a Mechanicis nominatur linea quaelibet *PFR* (tab. II. fig. 11.) inflexibilis, et gra-

vitatis expers; sed in praxi vectis est baculus oblongus ferreus, vel ligneus, mobilis circa fulcrum, cujus ope sustinentur, vel attolluntur pondera.

115. Pro triplici ratione, qua fulcrum F cum potentia P, et resistentia R componi potest, triplex est vectis genus. Dicitur *primi generis*, quando fulcrum F statuitur inter potentiam P, et resistentiam R (tab. II. fig. 11.). In *secundo vectis genere*, resistentia R medium occupat locum inter potentiam P, et fulcrum F (tab. II. fig. 12.). Si potentia P media sit inter fulcrum F, et resistentiam R, erit vectis *tertii generis* (tab. II. fig. 13.).

116. Potentia, quae applicari solet vecti, plerumque est actio hominis, quæ comparari potest cum pondere parem effectum producente. Pondus itaque P repraesentet potentiam (tab. II. fig. 11.), et pondus R resistentiam. Momentum utriusque est productum ex massa, seu pondere in celeritatem (81), quam obtinerent, si corpora moverentur.

117. Concipiamus vectem PFR ad temporis momentum moveri circa fulcrum F: quo tempore potentia percurret arcum Pp; resistentia percurret arcum Rr; sed tempus est idem; ergo celeritates (73) erunt uti arcus similes (*m*) eodem tempore percursi. Atqui arcubus similibus substitui possunt radii (*n*); igitur radius, seu pars vectis FP exponet

(*m*) Arcus similes sunt illi, qui continent angulos aequales.
(*n*) Marta *Geom elem.* lib. v. prop. ix. corol. 1. Aug. Taur. 1822.

celeritatem potentiae P, et pars altera FR exponet celeritatem resistentiae R. Momentum itaque potentiae erit $P \times P$, et momentum resistentiae erit $K \times FR$. Quamobrem potentia, et resistentia in vecte PFR erunt in aequilibrio, si fuerit $P \times FP = R \times FR$. In hac autem hypothesi, dissolvendo (o) fieret $P : R :: FR : FP$; potentia itaque, et resistentia librabuntur in vecte, si fuerint inter se in ratione reciproca suarum a fulcro distantiarum; nimirum, si prout potentia P minor sit pondere, seu resistentia R; illius distantia FP a fulcro superet distantiam FR, in qua sistit resistentia. Habebitur igitur aequilibrium inter potentiam uti unum, et pondus uti 100, si distantia potentiae a fulcro centies major sit distantia ponderis.

118. Quae de vecte primi generis constituimus, et in caeteris locum habent. Sic in vecte secundi generis (tab. II fig. 13); potentia uti 1, librabitur cum resistentia uti 3, si distantia FP sit ad distantiam FR :: 3 : 1. Similiter in vecte tertii generis (tab. II. fig. 13.) potentia P uti 2 librabitur cum resistentia R, quae sit uti 1, quoties PF, nempe distantia potentiae a fulcro, fuerit duplo major FR, quae exprimit distantiam resistentiae ab eodem fulcro.

119. Patet igitur in vecte primi, et secundi generis vim potentiae augeri: in vecte autem tertii generis vim potentiae imminui. In hujusmodi enim

(o) Arith. Elem. §. 114 pag. 63.

vecte, distantia, quam habet resistentia a fulcro, semper excedit distantiam potentiae.

120. Axis in peritrochio (tab. II. fig. 14) analogiam habet cum vecte primi generis. Etenim potentia *Pp* applicatur extremis scytalis *Pp*, *P'p'*: resistentia, seu pondus *R* nectitur funi, qui dum machina circumagitur, advolvitur cylindro: fulcrum est in axi *XZ* cylindri ipsius; fulcrum itaque respondet medio inter potentiam, et resistentiam.

121 Dum potentia semel circumvolvit scytalam *Pp*, etiam funis sustentans resistentiam *R*, semel advolvitur cylindro. Eodem ergo tempore, quo potentia percurrit spatium aequale periphaeriae, quam scytalae describunt, eodem tempore percurrit resistentia spatium aequale periphaeriae cylindri. Librabuntur igitur vires, quando potentia erit ad resistentiam, uti periphaeria cylindri ad pheriphaeriam a scytalis descriptam, vel ut cylindri radius *no*, ad semilongitudinem scytalae; etenim radii sunt inter se uti periphaeriae.

122. Trochlea est orbiculus circa centrum *F* (tab. II. fig. 15) mobilis, cujus excavatae periphaeriae advolvitur funis, cui applicatur potentia, et resistentia; potentia nempe in extremitate altera funis, in altera vero resistentia, seu pondus.

123. In trochlea simplici, et loco fixa (tab. II. fig. 15.) vectem habemus primi generis; fulcrum enim *F* medium tenet locum inter potentiam *P*, et resistentiam *R*. Ad obtinendum in hac machina

aequilibrium, oportet ut potentia, et resistentia sint aequales; utraque enim percurrit, aequali tempore spatium aequale; ideoque hujusmodi machina minime adauget momenta virium; inservit tamen ad earumdem directiones pro opportunitate mutandas.

124. Si trochlea sit mobilis, atque funis firmetur in *F* (tab. II. fig. 16.), et potentia sustineat pondus *R* una cum trochlea *b* inserta funi; momentum potentiae erit duplum momento resistentiae. Reapse potentia *P* tanto spatio trahere debet utramque funis partem, quanto elevandum est pondus *R*; ideoque spatium percurrendum a potentia duplum est spatio percurrendo a resistentia. Potentia igitur uti 1. librabitur cum resistentia uti 2.

125. Plerumque trochleae mobili additur trochlea fixa *d* (tab. II. fig. 17.), quae licet non adaugeat vim potentiae, confert tamen, ut minori incommodo resistentia trahatur deorsum, quam sursum.

126. Ad ingentia pondera attollenda plures adhiberi solent trochleae, partim fixae, et partim mobiles, quibus omnibus unicus circumducitur funis, qua plane ratione machina efficitur, in qua momentum potentiae est ad momentum resistentiae, uti unitas ad duplum numerum trochlearum mobilium.

127. Revera quando machina (tab. II. fig. 18.) duobus constat orbiculis *a*, *b* fixis, totidemque mobilibus *c*, *d*, et circumvoluto funi applicata est potentia in *P*, et resistentia in *R*, nequit trochlea in-

ferior d cum adnexo pondere R elevari per spatium xz, nisi singuli quatuor orbiculi simul moveantur; ideoque nisi potentia P trahat juxta directionem AP quatuor partes circumvoluti funis, quarum quaevis adaequet spatium xz. Eodem igitur tempore, quo pondus R trahitur in Z, potentia conficit spatium quadruplo majus. Quapropter in hac duplici trochlea mobili, potentia quae sit uti 1. librabitur cum resistentia quae sit uti 4. Si machina constaret triplici orbiculo, potentia uti 1. libraretur cum resistentia sexies majore.

128. Quando itaque comperta nobis est efficacia, seu vis potentiae, facile dignosci potest numerus trochlearum, quae adhibendae erunt, ut datum pondus sustineant; dividendo enim pondus per vim potentiae, dimidium quotientis indicabit quaesitum trochlearum numerum.

129. Sustinendum sit pondus 1000. a potentia, cujus efficacia sit $= 250$; duae tantum trochleae mobiles adhibendae erunt; est enim $\frac{1000}{250} = 4$, cujus dimidium est 2.

130. Datis autem trochleis ita separatim mobilibus, ut unaquaeque suum habeat funem, obtinebitur aequilibrium, si potentia eam rationem habuerit ad resistentiam, quam habet unitas ad numerum 2. elevatum ad potestatem indicatam a trochlearum numero.

131. Sunto quatuor trochleae B, C, D, E (tab.

III. fig. 19.), et trochleae *B* nexum sit pondus *R* 16 librarum. Dimidium hujus ponderis sustinetur a fune fixo in *S*, et alterum dimidium a trochlea *B*; ergo haec tantum sustinet libras octo. Ob eamdem rationem, cum funis fixus sit in *t*, trochlea *C* sustentat solummodo libras quatuor: similiter ex hisce quatuor libris, duae sustinentur a fune fixo in *u*, et duae a trochlea *D*; sed dimidia hujus ponderis pars sustentatur a fune fixo in *x*; igitur potentia *P* sustinet tantummodo pondus unius librae. Potentia itaque, cujus vis sit uti unum, librabitur cum resistentia uti 16; qui numerus adaequat quartam potestatem numeri 2. In hujusmodi igitur trochlearum compage habebitur aequilibrium, si potentia fuerit ad resistentiam, uti unitas ad numerum 2 elevatum ad potestatem indicatam a numero trochlearum mobilium.

132. Verum etsi efficacia potentiae, hac adhibita machina, maxime augeatur, attamen in praxi nullius ferme est usus; illius enim subsidio, nisi tardissime, et ad minimam altitudinem elevari possunt corpora.

133. Cuneus est solidum triangulare desinens in aciem *F* (tab. III. fig. 20.,) quod inservit ad scindenda, vel separanda corpora. Quando cunei basis *APR* validissime a potentia premitur, vel quoquomodo percutitur juxta altitudinem *PF*, resistentia distrahitur versus *x*, et *z*; ergo potentia, quae sit uti latitudo cunei *AR*, librabitur cum resistentia,

quae sit uti cunei altitudo *PF*. Cultri, scalpella, secures, aliaque hujus generis instrumenta in aciem desinentia, ad cuneum referuntur.

134. Planum inclinatum est superficies plana, quae cum horizonte angulum acutum *DCE* (tab. III. fig. 21.) constituit, et inservit ad pondera facilius sustinenda, vel attollenda. Sed pondus quodcunque *R* elevari nequit ad altitudinem plani in *e*, nisi eodem tempore potentia *P*, quae ope funis trahit corpus secundum directionem parallelam plano, percurrat spatium aequale plani longitudini *ce*; ergo vires parallelae longitudini plani librabuntur, si potentia sit ad resistentiam, ut altitudo plani ad ejus longitudinem; hinc si altitudo plani fuerit = 1, et longitudo = 2; potentia uti unum erit in aequilibrio cum resistentia uti duo.

135. Cochlea est cylindrus *AD* (tab. III. fig. 22.) excavatus in spiram prominentem ubique aequalem, et congruentem simili spirae insculptae in foramine cylindrico *B* tabulae *Pp*, in quod cylindrus inseritur, et revocari potest cochlea ad planum inclinatum circa cylindrum *AD* convolutum.

136. In cochlea, eodem tempore, quo potentia applicata in *P* integram conversionem absolvit, resistentia promovetur per spatium aequale altitudini unius spirae. Momentum itaque potentiae erit ad momentum resistentiae, ut periphaeria circuli a potentia descripti ad altitudinem unius spirae. Ergo vires librabuntur, si potentia fuerit ad resisten-

tiam, ut altitudo unius conversionis spiralis ad periphaeriam a potentia descriptam. Hinc facile intelligitur quanta sit vis, quantaque utilitas cochleae ad corpora comprimenda, elevanda, vel quomodocumque promovenda.

137. Proportio statuta, quoad virium momenta in machinis simplicibus, viam nobis aperit ad rationem definiendam pro machina quavis composita.

138. Dati sint tres vectes primi generis AC, CE, EG (tab. 3 fig. 23.) mobiles circa fulcra B, D, F, et quaelibet potentia concipiatur in extremitate sui vectis, scilicet in A, C, E; tum in extremitate altera, nempe in C, E, G consideretur resistentia. In quolibet vecte momentum potentiae erit ad momentum resistentiae in ratione inversa suarum a fulcro distantiarum (111). Igitur in primo vecte erit

$$A : C :: AB : BC$$

in 2.° $C : E :: CD : DE$

in 3.° $E : G :: EF : FG$

Atque multiplicando inter se respondentes proportionum terminos, fiet $A \times C \times E : C \times E \times G :: AB \times CD \times EF : BC \times DE \times FG$: seu $A : G :: AB \times CD \times EF : BC \times DE \times FG$: erit itaque momentum potentiae in A ad momentum resistentiae in G, ut ratio composita ex omnibus rationibus intermediis, quas potentia, et resistentia singillatim haberent, si seorsim cuivis vecti applicarentur.

139. Revera si distantiae *AB*, *CD*, *EF* sint = 3; distantiae vero *BC*, *DE*, *FG* = 1, et pondus *R* 27; potentia quae consideratur posita in *E*, vim tantum exeret uti 9. in sustinendo pondere uti 27. Haec vis = 9, sustentabitur in *C* a vi uti tria; denique vis uti 1. collocata in *A* satis erit ad sustentandam in puncto *C* vim uti 3. Datis ergo tribus vectibus, hac ratione dispositis, potentia uti 1. librabitur cum resistentia uti 27.

140. Profecto in vectibus hac ratione dispositis quam maxime augetur vis potentiae; sed spatium, quod percurrere potest resistentia, est omnino exiguum: verum si vectibus substituantur *rotae dentatae* (tab. III. fig. 24.), eadem habebitur virium aestimatio, et quantuslibet obtineri poterit motus.

141. In axe rotae *A* (tab. III. fig. 24.) fixa sit rotula *S*, in cujus periphaeria sint dentes 10, et secunda rota *B* centum dentes habeat: dentes hujusmodi, ita alii aliis inserantur, ut rota altera moveri nequeat in gyrum, quin et altera volvatur. Dum rota *B* circumvolutionem unam absolvet, rotula *S* absolvere debebit circumvolutiones decem; ergo erit ratio secundae rotae *B* ad primam *A* : : 1 : 10. Similiter ubi rotula *t* decem dentes habeat et 100. dentes insint in tertia rota *C*, haec postrema semel circumvolvi nequaquam poterit, nisi decies circumvolvatur rota *B*, cui nexa est rotula *t*; ideo etiam ratio tertiae rotae *C* erit ad secundum *B* : : 1 : 10. Sicuti vero, ut rota *B* semel movea-

tur in gyrum, rota *A* decies moveatur oportet; ita rota *B* decem circumvolutiones absolvere non poterit, nisi prima rota *A* centies circumvolvatur; erit igitur ratio ultimae *C* ad primam rotam *A* : : 1 : 100. Nimirum quo tempore funis sustentans resistentiam *R* semel percurrit periphaeriam cylindri *X*; potentia applicata funi in *P*, centies percurret periphaeriam rotae *A*. Sed potentia, et resistentia librantur, quando sunt inter se in ratione inversa spatiorum, quibus eodem tempore percurrendis idoneae efficiuntur a machinis (111); datis itaque tribus rotis dentatis hac ratione dispositis, potentia uti unum librabitur cum resistentia uti centum.

142. Quemadmodum autem ratio 1 : 100 composita est ex duabus rationibus intermediis, scilicet ex ratione secundae rotae *B* ad primam *A*, et ultimae rotae *C*, ad secundam *B*, quarum utraque est : : 1 : 10; ita apertissime constat, quod superius innuimus (137); hoc est, in qualibet machinarum compage, momenta virium esse inter se in ratione composita ex iis omnibus rationibus, quas potentia et resistentia singillatim haberent, si seorsim applicarentur cuivis machinarum simplicium, ex quibus coagmentatur composita (*p*).

143. Verum etsi hactenus statuta pro machinis

(*p*) Theoriam de machinis dilucide exponit Monge ... *Traité élémentaire de Statique*, Paris 1810.

theoremata geometrice verissima sint, attamen in praxi haud exacte servantur; superficierum enim attritus, et rigiditas funium, propositas leges plurimum immutant.

144. Corpora omnia, quae nudo oculo omnino levissima apparent, quando microscopio subiiciuntur, exhibent prominentes partes, cavitatesque innumeras; hinc fit ut prominentes partes superficiei unius mutuo inserantur inter cavitates alterius, ideoque altera supra alteram excurrere nequeat, nisi prominentes partes, vel e cavitatibus eleventur, vel abradantur, vel deprimantur, quod fieri nequit sine aliqua respondente vi.

145. Resistentia ex attritu adeo a pluribus causis pendet, ut ejus ratio accurate definiri nequeat: experientia vero constat minorem fieri resistentiam pro majori superficierum levitate: probe ideo levigandae, et expoliendae sunt superficies ab artifice; plurimumque juvabit eas identidem illinire oleo, vel adipe, ut altera super alteram facilius excurrat. Ubi vero trahi debeant corpora ampli voluminis, quorum superficies asperae sint, iisdem supponantur vel rotulae, vel cylindri, ut facilius trahantur.

146. Ipsamet celeritas in superficiebus perfricantibus, ceteris paribus, adauget resistentiam. Quo major enim est celeritas, eo plura dato tempore superanda occurrunt obstacula.

147. Opinati sunt nonnulli resistentiam fieri majorem prout major est corporum superficies, inter

quos potissimum recensentur Musschenbroek (*q*), et Nollet (*r*). Contra Amontons (*s*), Desaguliers (*t*), aliique plurimi experti sunt, in attritu minime adaugeri resistentiam a majori superficie, imo vero majorem fieri, prout excrescit corporis pressio, seu pondus.

148. Ad funium resistentiam quod spectat, experimentis ab eodem Amontons (*u*) institutis, et a Desaguliers (*v*) accuratissime repetitis, apertissime constat majorem fieri rigiditatem funium, quo major est vis, seu pressio, quae funes tendit, et quo major est eorumdem diameter, et quo minor est diameter trochleae, vel cylindri, cui advolvuntur funes. Sit igitur funium diameter minor, quam fieri potest, dummodo resistentiam sustinere valeat, et trochlearum diametri pro opportunitate augeantur.

149. De funibus hoc unum addam cum Reaumur (*x*), nimirum ex contorsione imminui funium robur; quando enim funiculi contorquentur, horum alii magis, minus alii protenduntur; ex quo fit, ut resistentia minime distribuatur aequaliter in singulos, sed majorem vim exerat in funiculos magis pro-

---

(*q*) Introductio ad Philos. Natural. t. 1. pag. 154.
(*r*) Lect. Physiq. Exp. t. 1. pag. 241.
(*s*) Mémoires de l'Acad. Roy. de Paris, an. 1699. pag. 217.
(*t*) Cours de Physiq. exper. t. 1. leçon IV.
(*u*) Mémoires de l'Acad. Roy. de Paris, an. 1699. pag. 225.
(*v*) Cours de Physique exper. t. 1. leçon. IV.
(*x*) Mémoires de l'Acad. Roy. de Paris, an. 1711. pag. 6.

tentos. Hinc raro contingit cernere robustos funes in duas partes eodem momento integre disruptos a resistentia; fere enim semper eorumdem fila, alia post alia distrahuntur.

150. Hactenus recensitis animadversionibus ad machinarum usum spectantibus, unam adhuc adjungendam esse arbitramur, ut ratio innotescat, qua potentia applicari debeat machinis, ad resistentiam aptissime pervincendam. Qua in re advertatis velim duplex esse virium genus (63); aliae enim animatae sunt, aliae inanimes. Quaedam leges communes sunt utrique generi virium, quaedam propriae sunt alterius tantum generis.

151. Et 1.° seu animata, seu inanimis sit potentia, ita applicanda est machinae, ut directe agat contra resistentiam, eaque ratione aptanda, ut ipsa maximum habeat momentum, scilicet in maxima a centro motus distantia.

152. 2.° Vis inanimis applicanda est machinis quanto maxima potest. Exemplum esto in rota, quae ab aquae vi in gyrum volvitur. Quum vis aquae major fiat pro majori ejus copia, et pro altitudine majori, ex qua descendit; ideo aqua demittenda est ex majori, quae haberi possit altitudine: hac enim plane ratione, ubi minor aquae copia in promptu sit, vis quam ipsa acquirit descendendo ex altitudine majori, compensabit aquae defectum.

153. 3.° Denique animata vis, universim, ita aptanda est machinis, ut agat maxime, et fatigetur

minimum, diutissimeque perseverare possit in dato opere perficiendo. Qua in re illud notandum a determinata quadam resistentia minus fatigari animans, prout illa in ampliores, et plures musculos distribuitur. Sic brachio uno, vix ad aliquot horas, sustinerentur vestes omnes, quas in universum corporis ambitum distributas, fere nullo incommodi sensu perferimus.

CAPUT VI.

De motus collisione, et refractione.

154. Ex corporibus, quae se se mutuo collidere possunt, alia sunt *dura*, quorum partes in impactu comprimi nequeunt. Alia *elastica*, quorum partes in ictu comprimuntur, et propriam figuram amittunt, sed postea se se iterum in priorem statum recipiunt. Alia sunt *mollia*, quorum partes comprimuntur, et in figura permanent a percussione recepta.

155. Nullum adhuc dignoscimus in natura corpus perfecte durum; etenim adamas, chalybs, ebur, marmor, aliaque plura, quae vulgo durissima censentur, majori elasticitate pollent.

156. Aquae partes omnino duras esse contendebant plurimi, ex eo quod ipsa metallicis globis inclusa, et malleo validissime percussa, in angustius spatium redigi nequaquam potuit ab Academicis Florenti-

nis (y); id autem perfectam potius aquae elasticitatem (z) quam absolutam ejus duritiem demonstrat. Reapse sonus, qui propagari non potest nisi per medium elasticum, celeriter propagatur per aquam. Insuper experientia constat, vividam assurgere lucem ex aqua, dum subito, violentoque ictu percutitur, cujus phaenomeni caussam repetit Thenard (a) a calorico, quod evolvitur, dum aquae molleculae comprimuntur, et ad majorem viciniam adiguntur.

157. Nulla igitur erit durorum corporum consideratio; potius vero de mollibus, et elasticis agam; quod ut facilius praestem corpora considerabo vel ut perfecte mollia, vel ut perfecte elastica (b).

158. In collisione qualibet tria potissimum consideranda: nimirum *modus*, quo corpora ad impactionem veniunt; eorumdem *celeritas*; et *directionis linea*, quam describunt corpora, dum alterum in alterum impingit.

(y) *Saggio di naturali esperienze fatte nell' Accademia del cimento*, pag. 200, et seq., Firenze 1691.

(z) Corpora perfecte elastica dicuntur illa, quae post compressionem se se restituunt in pristinam figuram, eadem vi, eodemque tempore, quo compressa fuerunt; adeo ut temporis momentum in recuperanda ammissa figura, non excedat tempus, quo ammissa fuit.

(a) Traité de Chimie t. 1. pag. 489. 2.de édition. Paris, 1817.

(b) Praecipua Philosophorum placita de elasticitate videri possunt apud Musschenbroek t. 1. cap. XVI. *Introd. ad Phil. Natural.*, sed vera elasticitatis causa nos adhuc latet.

159. Et 1.° quidem triplici ratione corpora se se mutuo collidere possunt; vel enim corpus incurrit in aliud quiescens, vel in aliud, quod minori celeritate versus eamdem partem movetur, vel utraque corpora sibi ex oppositis partibus occurrunt. Primus collisionis modus dicitur *incursus*; alter *prosecutio*; tertius nominatur *occursus*.

160. 2.° Collisio dicitur *directa*, quando linea directionis, juxta quam corpora ad contactum veniunt, transit per centra utriusque; at quando directionis linea corporis incurrentis cadit extra centrum alterius, in quod impingit, tunc collisio nuncupatur *indirecta*, vel *obliqua*.

161. 3.° Ad celeritatem quod spectat, sub duplici ratione considerari solet in corporibus se se mutuo collidentibus; nempe vel *absolute*, vel *relative*. *Absoluta* est illa, qua corpus in se spectatum movetur, seu quae oritur (74) ex divisione spatii per tempus; *relativa* nuncupatur illa, qua corpus ad corpus alterum accedit, vel a corpore recedit.

162. Quando igitur corpus accedit ad alterum quiescens, celeritas relativa, et absoluta est eadem. Si ambo corpora versus eamdem partem ferantur, celeritas relativa erit aequalis differentiae celeritatum, quibus corpora moventur: ut si corpus Z celeritate $= 9$. insequatur alterum, quod praecedit celeritate $= 6$.; celeritas relativa erit aequalis 3. In corporibus vero, quae feruntur in contrarias partes, celeritas relativa adaequabit summam

celeritatis absolutae utriusque corporis. Hinc si corpora x, et z sibi mutuo occurrant, atque celeritas primi sit 6, et celeritas alterius sit 9; celeritas relativa erit 15.

163. Ne brevitatis limites praetergrediar, haud singulas recensebo leges, quas ex observationibus, et experimentis derivarunt Mechanici pro corporum collisione, sed praecipuas tantum in medium afferam, ex quibus caeterae pendere videntur.

164. Pro quavis collisione corporum, sive mollia ipsa sint, sive elastica, haec amplissima extat lex. Summa motuum, qui fiunt versus eamdem partem, vel differentia motuum, qui in partes contrarias fiunt, non immutatur a percussione.

165. Profecto actioni unius corporis est semper aequalis, et contraria reactio (67) alterius corporis: igitur in incursu, et prosecutione quantum motus additur quiescenti, vel praecunti, tantum detrahitur ab incurrente, aut a prosequente; itaque summa motuum ante impactionem, eadem est ac summa motuum post impactionem.

166. In occursu, quum motus sint contrarii, quantum motus amittit corpus alterum secundum propriam directionem, tantum quoque amittitur a corpore altero; scilicet aequalis quantitas motus subducitur ex utroque corpore: ergo quantitas motus post impactionem adaequabit differentiam motuum ante impactionem.

167. At pro corporibus mollibus hanc speciatim

legem constituimus. Mollia in collisione, vel quiescunt, vel conjunctim moventur versus eamdem partem, velocitate residua corporis illius, quod majori vi movetur.

168. Revera corpora mollia duplici ratione se se collidere possunt, vel viribus aequalibus, et contrariis, vel quoquomodo inaequalibus. Si prima, ambo corpora aequaliter agent, et reagent (67); ideoque alterum aequaliter perimet vim alterius. Peremptis autem in utroque corpore viribus omnibus, cum corpora sint mollia, nulla adest ratio cur alterum ab altero resiliat; ergo post impactionem ambo quiescent. Sin mollia quoquomodo ad impactum veniant viribus inaequalibus; alterum excessu suae vis urgebit alterum ad motum, et ipsi indet velocitatem aequalem residuae celeritati suae; quumque corpora sint mollia, nulla fiet inter utrumque *resilitio*, sed conjunctim, et aequali celeritate movebuntur versus eamdem partem. Hinc quando vires sunt inaequales, considerari potest corpus, quod velocius fertur, ac si excessu celeritatis suae induceret motum in corpus alterum quiescens; etenim ictus fit solum ea vi, qua corpus alterum, alterum superat.

169. Datis itaque duobus corporibus, quorum celeritas cognita sit, innotescet etiam eorumdem celeritas post impactionem, dummodo, si corpora movebantur versus eamdem partem, dividatur summa motuum per summam massarum: si vero ferebantur in partes contrarias, differentia motuum per utriusque massae summam dividatur.

170. Constitutae de corporibus mollibus leges etiam ad elastica referuntur; advertatis tamen velim, mutationem in elasticis duplam esse mutatione, quae in corporibus contingeret, si essent mollia.

171. Porro elastica in collisione mutantur ut mollia, hoc est eorumdem partes comprimuntur; sed resiliunt eadem vi, qua fuerunt compressae, et resiliendo in pristinam figuram se se restituunt: mutatio igitur motus, quae in elasticis fit, dupla est mutatione, quae in mollibus contingit.

172. Rei afferam exemplum. Globus X impingat celeritate $= 6$ in globum Z quiescentem, et utriusque massa sit $= 2$: quantitas motus globi X (81) erit $6 \times 2 = 12$. Jam vero si globi essent molles, post impactionem alter ab altero minime sejungeretur, sed conjunctim moverentur ambo eadem quantitate motus qua facta fuit impactio a globo X; nempe quantitas motus utrique globo communis, esset 12, et celeritas foret (82) $\frac{12}{4} = 3$. Globus igitur impingens amisisset tres gradus celeritatis, totidemque gradus acquisivisset globus Z, in quem fuit impactio; nimirum celeritas globi X post collisionem fieret $6 - 3 = 3$; et celeritas globi Z foret $= 3$. Sicuti vero globi sunt elastici, et mutatio, quae in elasticis fit est dupla mutatione, quae contingit in mollibus; ita duplicanda est tum celeritas in ictu amissa a globo X, tum celeritas acquisita a globo Z; quamobrem post impactionem celeritas globi X fiet $6 - 6 = 0$, ideo-

que ipse quiescet, interim vero globus Z, progredietur celeritate $= 6$.

173. At si globus elasticus X velocitate majori insequatur globum elasticum Z, qui minori velocitate praegrediatur, et utriusque massa sit aequalis; post ictum ambo globi movebuntur velocitate permutata; idemque continget, ubi duo globi elastici massam habeant aequalem, et inaequali celeritate sibi invicem occurrant; positis enim massis aequalibus, corpora elastica ob mutuam actionem, et reactionem, alterum alteri suam tribuit velocitatem; ergo post collisionem moveri debent celeritatibus permutatis.

174. Hinc intelligitur cur positis ad contactum in eadem directione pluribus globulis eburneis in massa aequalibus, quando primus in serie directe incurrit in alios, ultimus dumtaxat eadem velocitate dissiliat, qua primus impegit, et reliqui intermedii quiescant. Etenim primus globus incurrens omnem velocitatem suam amittit, eamque transmittit in secundum; secundus in tertium, et sic deinceps; ultimus vero velocitate in se transmissam retinet, ideoque moveri debet eadem velocitate, quam secundus globus habuit a primo.

175. Hactenus diximus de directa corporum impactione; ad indirectam quod spectat, hoc unum expendemus. Si globus elasticus A (tab. 3. fig. 25.) incidat per lineam obliquam AC, in planum elasticum, et immobile BCD; post impactionem resiliet

per *CP*, et efficiet angulum *BCA*, qui dicitur angulus *incidentiae*, aequalem angulo *reflexionis DCE*.

177. Revera motus globi *A* incidentis in planum *BCD* per diagonalem *AC*, resolvitur (87) in duos motus *AB*, et *AF*; sed globus non percutit planum celeritate parallela *AF*, sed celeritate perpendiculari *AB*; resiliio autem fit ea vi, et directione, qua facta fuit impactio; actioni enim semper aequalis, et contraria est reactio (67); ergo globus *A* regredi debet per diagonalem *CE* aequalem diagonali *AC*, et elevari a plano, celeritate perpendiculari *DE*; quae aequalis sit perpendiculari *BA*. Atqui in triangulis *BCA*, *DCE* singula latera sunt aequalia; igitur (c) duo anguli *BCA*, *DCE*, qui fiunt in puncto *C*, erunt aequales.

177. Quanquam hae sint praecipuae leges, ex quibus universa pendet collisionis doctrina, attamen nolim putetis eas adamussim servari in praxi. Etenim et corpora ferme omnia carent perfecta elasticitate, et experiri minime possumus in *mediis* non resistentibus, et demum planorum attritus, corporum gravitas, eorumque figura plerumque in causa esse possunt, cur experimenta non exacte, atque geometrice constent, sed proxime tantum cum statutis principiis congruant.

178. Directio motus non solum immutatur in cor-

(c) Marta Geom. elementa, l. 1. prop. 9.

porum collisione, verum etiam in eorumdem transitu ex fluido in fluida diversae densitatis. Ita si corpus *A* (tab. IV. fig. 26.) oblique incidat ex aere in aquam directione *AN*; dum attinget superficiem aquae *MNO*, minime perget moveri secundum lineam *AP*, sed ab ipsa deflectens describet lineam *NT*. Hujusmodi directionis mutatio dicitur *refractio motus*. Angulus *ANO*, qui fit a linea obliqua *AN*, et ab aquae superficie *NO*, nominatur *angulus incidentiae*; angulus autem *SNT*, qui efficitur a perpendiculari *RNS*, et a linea *NT* nuncupatur *angulus refractionis*.

179. Refractionis causam repetunt Physici a resistentia medii, in quod corpora incidunt. Hinc major evadit refractio prout densius est *medium*, in quod ingrediuntur corpora; quando enim corpus ex densiore medio in rarius transit, ejus motus ad perpendicularem accedit, et angulus refractionis minor fit. Refractio etiam augetur prout majus est corporis incurrentis volumen, et prout major est velocitas, qua corpus incurrit in medium. Denique major est refractio, quo major est incidentiae obliquitas. Verum si linea incidentiae sit ferme parallela superficiei aquae, vel cujuslibet alterius medii, per quod corpus transire debeat, tunc refractio abire videtur in motum reflexum, quemadmodum contingere observamus in puerorum lusu: quando enim graciliores lapides ipsi proijciunt in aquae superficiem ad angulos valde inclinatos, cer-

nimus lapides bis, terque quaterque elevari *(d)*. Caeterum quando corpus ex medio, in medium aliud perpendiculariter incidit, nulla contingit refractio motus.

CAPUT VII.

De motu perpendiculari gravium.

180. Gravia cadentia, in fine descensus, suum accelerare motum, observaverant veteres philosophi, sed ignorabant hujusmodi accelerationem proportione respondere temporibus in descensu insumptis. Galilaeus omnium primus *(e)* veritatem hanc non ratiocinatione modo, verum etiam experimentis apertissime demonstravit. Etenim cum gravitas sit vis constans, et quolibet temporis momento aequaliter agat in corpus; ideo singulis temporis momentis tribuat oportet corpori velocitatem aequalem. Quamobrem si corpus libere descendens acquirat primo minuto secundo unum celeritatis gradum; subsequenti minuto secundo acquiret gradum alterum celeritatis,

---

(*d*) De hujus phaenomeni caussa nonnulli aliter sentiunt. Vide *Mémoire* sur la cause des Ricochets, que font les pierres, et les boulets de canon lancés obliquement sur la surface de l'eau, par Georges Bidone. Mémoire de l'Acad. R. des Sciences de Turin, an. 1811. 12.

(*e*) Dialog. III. *De motu*, pag. 574.

qui additus graduí, quem corpus descendens acquisivit primo minuto secundo, efficiet, ut intra duo minuta secunda, duo habeantur in corpore celeritatis gradus in descensu acquisiti; et insumptis a corpore tribus minutis secundis in descendendo, gradus celeritatis ab ipso acquisiti sint tres, et ita deinceps.

181. In corpore igitur descendente celeritas crescit, prout crescit tempus, nimirum proportionalis est temporibus; itaque motus gravis in descensu erit uniformiter acceleratus (75), et spatia percursa erunt uti quadrata temporum, vel uti quadrata celeritatum (74).

182. Physici ut veritatem hanc ob oculos ponant, utuntur triangulo rectangulo, lineis designando tum tempora, tum celeritates. Latus itaque *AT* trianguli rectanguli *ATU* (tab. iv. fig. 27.) repraesentet tempus quo corpus *A* descendit, et rectae *Ab*, *bc*, *cd*, *dT* designent quatuor momenta aequalia, quibus corpus *A* percurrit totum spatium *AT*, et lineae *be*, *cf*, *dg* parallelae basi *TU* trianguli ejusdem, exhibeant velocitates singulis consequentibus temporis momentis respondentes; nempe primo momento *Ab* respondeat celeritas *be*; duplo tempori *Ac*, dupla celeritas *cf*, et triplo tempori *ad*, tripla celeritas *dg*; demum toti spatio *AT* percurso a corpore *A* inter quatuor momenta aequalia, respondeat celeritas *TU* quadrupla celeritatis *be*.

183. Ex geometria (*d*) triangula sunt inter se in ratione composita basium, et altitudinum: ergo spatia percursa a corpore *A* repraesentari poterunt a triangulis *Abe*, *Acf*, *Adg*, *ATX*, quorum altitudines exhibent tempora insumpta in descensu, et bases designant celeritates acquisitas; demonstravimus enim (72) spatia esse inter se in ratione composita temporum, et celeritatum.

184. Sed triangula *Abe*, *acf*, *adg*, *ATU*, ob eorumdem bases parallelas, similia sunt inter se; ergo eorumdem areae erunt uti quadrata laterum homologorum, nempe tum basium *be*, *cf*, *dg*, *TU*, tum altitudinum *Ab*, *Ac*, *Ad*, *AT*. Quum itaque triangulorum areae repraesentent spatia percursa, et latera homologa exhibeant tempora, et celeritates; patet spatia a gravi descendente percursa, esse uti quadrata temporum, vel uti quadrata celeritatum.

185. Quamobrem si exponantur tempora a serie numerorum naturalium 1, 2, 3, 4, etc.; spatia percursa exponi poterunt a quadratis 1, 4, 9, 16, etc. Sed a spatiis quatuor percursis duobus primis temporibus, subducendo spatium unum percursum primo tempore, remanent spatia tria; et a spatiis novem percursis duobus temporibus, demendo spatia quatuor percursa tribus primis temporibus, remanent spatia quinque; et a sexdecim subtra-

---

(*d*) *Geometriae elemen.* lib. II. prop. IV.

hendo spatia novem percursa tribus primis temporibus, residua spatia sunt septem. Spatia igitur singulis consequentibus temporibus aequalibus percursa a gravi libere descendente, crescunt secundum seriem numerorum imparium 1, 3, 5, 7, etc.

186. Ex eo quod spatia a gravi libere descendente sint uti quadrata temporum, vel uti quadrata celeritatum, inferimus quoque, tempora, et celeritates esse uti radices quadratae spatiorum.

187. Singula haec pro gravium descensu principia a Galilaeo primum instituta (*d*), repetitis experimentis confirmavit Ricciolius demittendo gravia ex Bononiae turri 280 pedes alta, et metiendo tempora descensus ope penduli, quod singulis minutis secundis sexies oscillabat. Horum experimentorum summma exhibetur in tabula IV, ex qua colligimus corpus descendens, primo minuto secundo percurrere pedes 15, quem numerum tum Physici, tum Mechanici fere semper adhibent, ad vitandas in calculo fractiones; sed accuratioribus experimentis constat, corpora descendentia, primo minuto secundo percurrere apud nos pedes 15, 1, vel exactius pedes 15, 098.

188. Ut inveniatur tempus impendendum a corpore in descendendo ex data qualibet altitudine, dividatur altitudo per 15, et ex quotiente extrahatur radix quadrata. Ubi vero quadratum temporis in de-

(*e*) Dialog. III. *De motu.*

scensu impensi multiplicetur per 15, innotescet spatium percursum.

189. Sit altitudo turris 735 pedum; tempus impendendum a gravi in descensu, erit 7″; etenim $\frac{735}{15} = 49$, et $\sqrt{49} = 7$. Si grave impendat in descendendo 8″, altitudo ex qua illud decidit, erit $8^2 \times 15$, seu $64 \times 15 = 960$ pedes.

190. Diximus (182) spatium percursum a corpore *A*, tempore *AT*, motu uniformiter accelerato, exhiberi a triangulo *ATU* (tab. IV. fig. 27.). Jamvero si exacto tempore *AT* corpus moveri pergat et motu uniformi, et sola celeritate *TU* acquisita in fine descensus per *AT*; tunc corpus tempore $TX = AT$ describet spatium duplum illius, quod motu accelerato confecit: multiplicando enim *TU* per *TX*, nempe celeritatem acquisitam per tempus $TX = AT$, habebimus rectangulum *TUXZ* duplum trianguli *ATU*, cujus area est $\frac{AT \times TU}{2}$.

191. Eodem modo quo gravitas promovet descensum gravium, et eorum celeritatem singulis temporibus adauget, etiam gravium ascensui resistit, atque singulis aequalibus temporibus demit ab ipsis aequales velocitatis gradus; hinc sicuti prior motus est aequabiliter accelleratus, ita secundus erit aequabiliter retardatus.

192. Quamobrem si corpus velocitate acquisita *TX*, ascenderet ex puncto *X* in *A*; primo tempore

percurreret spatia 7, secundo 5, tertio 3, quarto 1; extincta demum velocitate, corpus propria gravitate iterum descenderet motu aequabiliter accelerato, spatia percurrendo secundum seriem numerorum 1, 3, 5, 7.

193. Celeritas igitur corporis ascendentis, in singulis altitudinis punctis adaequat celeritatem corporis descendentis in punctis iisdem; ideoque illa absolvitur in eodem puncto, in quo altera incipit. Ex hisce sequitur celeritatem acquisitam a gravi in descensu aequalem esse celeritati, qua, si grave projiceretur sursum, ascenderet ad eamdem altitudinem, ex qua descendit.

CAPUT VIII.

De motu per plana inclinata, ubi de pendulis.

194. Grave descendens per planum inclinatum, gravitatis partem insumit in premendo plano, a reliqua vero promovetur per longitudinem plani: haec gravitatis pars dicitur *relativa*; tota vero gravitas, qua corpus perpendiculariter descenderet, si nihil ejus descensui resisteret, nuncupatur *gravitas absoluta*. Ratio autem gravitatis absolutae in quovis plano inclinato, est ad relativam, uti longitudo plani, ad ejus altitudinem.

195. Esto triangulum rectangulum *ABD* (tab. 4. fig. 28.), cujus hypothenusa *AB* longitudinem plani inclinati repraesentet, et latus *AD* sit plani altitudo. Gravitas absoluta globi *C* impositi plano

exhibeatur a recta *CE* perpendiculari horizonti: ex puncto *C* demittatur *CF* perpendicularis ad longitudinem plani, atque ducatur *CG* eidem plano parallela, compleaturque parallelogrammum *CFEG*.

169. Vis *CE* resolvitur in duas vires *CF*, et *CG*; vis autem *CF*, utpote perpendicularis plano, tota insumitur in premendo plano; ergo sola vis *CG* urgebit globum ad descensum, ac proinde exhibebit gravitatem relativam, qua globus planum inclinatum percurrit. Sed triangula rectangula *CEG*, *ABD* sunt similia: in triangulis autem similibus latera sunt proportionalia; ergo fiet *CE* : *CG* : : *AB* : *AD*; erit igitur gravitas absoluta *CE*, nempe vis, qua globus perpendiculariter descenderet, ad gravitatem relativam, *CG*, seu ad vim, qua globus excurrit planum inclinatum, uti longitudo plani *AB* ad ejusdem altitudinem *AD*.

197. Ratio longitudinis ad altitudinem plani est semper eadem, ergo et semper eadem erit ratio gravitatis absolutae *CE* ad gravitatem relativam *CG*: sed gravitas absoluta singulis temporibus aequalibus, aequales inducit celeritatis gradus in corpus, ideoque movetur motu uniformiter accelerato (181); ergo etiam gravitas relativa singulis aequalibus temporibus suppeditabit corpori aequales gradus celeritatis; idcirco motus corporis in plano inclinato, erit uniformiter acceleratus.

198. Ex hisce sequitur statuta de motu perpendiculari gravium principia, etiam ad gravium descensum in plano inclinato spectare; hoc est celeri-

tates acquisitas esse uti tempora; spatia ab initio motus considerata esse uti quadrata temporum, vel uti quadrata celeritatum; tempora vero, et celeritates esse uti radices quadratae spatiorum.

199. Verum, si celeritas acquisita a corpore descendente per planum inclinatum *AB* in fine dati temporis comparetur cum celeritate, quam eodem tempore acquireret corpus descendendo verticaliter per altitudinem plani *AD* (tab. II. fig. 29.), innotescet celeritatem acquisitam in plano, esse ad celeritatem acquisitam in *verticali*, uti altitudo plani ad ejus longitudinem.

200. Reapse quando tempus est idem, et eadem est corporis massa, celeritates sunt uti corporum momenta (83); haec vero sunt uti gravitates, ex quibus oriuntur: sed celeritates in corpore descendente per planum inclinatum, oriuntur a gravitate relativa, et celeritates per altitudinem plani oriuntur a gravitate absoluta: igitur celeritas, quam acquirit corpus descendendo per planum *AB*, erit ad celeritatem, quam eodem tempore acquireret descendendo per altitudinem plani *AD*, ut ipsamet plani altitudo ad ejus longitudinem, nempe: *AD* : *AB*.

201. Quemadmodum autem altitudo plani est semper minor longitudine; ita celeritas corporis descendentis per planum, minor erit celeritate corporis descendentis per altitudinem plani; idcirco majus tempus impendet corpus in descendendo per planum, quam per ejus altitudinem.

202. Si ex angulo recto *D* demittatur ad longitudinem plani perpendicularis *DE*, punctum *E* determinabit spatium, quod percurreret corpus supra planum eodem tempore, quo perpendiculariter descenderet per altitudinem plani.

203. Reapse spatia a corporibus eodem tempore motu uniformiter percursa, sunt uti celeritates; at celeritas dato tempore acquisita a corpore decidente per longitudinem plani *AB*, est ad celeritatem, quam eodem tempore acquirit corpus descendens per altitudinem plani *AD* uti *AD* : *AB*. Ergo ita se habebunt spatia eodem tempore percursa. Sed duo triangula *ADE*, *ABD* sunt similia: igitur erit *AD* : *AB* : : *AE* : *AD*. Quo tempore igitur corpus *A* libere decidens perveniret in *D*, si per planum descendat, perveniet in *E*.

204. Hinc intelligitur, cur corpus *A* percurrat in circulo (tab. IV. fig. 30.) integram diametrum *AD*, eodem tempore, quo percurrit chordas *Ab*, *Ac*; etenim anguli *b*, *c* in semicirculo inscripti sunt recti; et chordae *Ab*, *Ac* sunt partes, quas corpus *A* percurreret in planis *AB*, *AC*, eodem tempore, quo corpus descenderet per integram diametrum *AD*.

205. Tempus autem, quod corpus insumit in percurrendo plano est ad illud, quod impendit in descensu per altitudinem, ut ipsius plani longitudo ad altitudinem: quando enim spatia sunt eadem, tempora sequuntur rationem inversam celeritatum (73);

sed celeritates sunt uti altitudo plani ad longitudinem (200); ergo tempora erunt uti longitudo ad altitudinem plani.

206. Denique vires, seu momenta corporis *A* vel descendentis per planum inclinatum *AB*, vel per verticalem altitudinem *AD* (tab. IV. fig. 30.), erunt in fine motus aequalia. Quando enim corpus ex *A* decidit per *AD*, fertur a sola vi gravitatis; decidens inde per planum inclinatum *AB*, ruit motu composito, nimirum motu horizontali *AD*, qui oritur ex plani impedimento, et solum destruit motus directionem, et motu verticali *AD*, qui eumdem effectum praestare debet, sive motus fiat per directionem *AD*, sive per planum inclinatum *AB*. Ergo momenta corporis *A* in punctis *B*, et *D* erunt aequalia. Inter utrumque lapsum hoc unum est discrimen, quod grave, ut perveniat ad horizontem descendendo per planum, majus tempus, impendat oportet, quam si perpendiculariter laberetur ex eadem altitudine.

207. Quamobrem vel corpus *A* descendat per planum inclinatum *AD*, (tab. V. fig. 31.) vel successive per tria contigua plana *AB*, *BC*, *CD* inaequaliter inclinata; dummodo flexus in *B*, et *C* non officiant motui, vel descendat per arcum circuli *ABCD*, constanter observabimus corpus *A* habere in puncto *D* eamdem celeritatem, quam acquisivisset in perpendiculari descensu ex altitudine *AD*. Hinc corpus celeritatem retinens in descendendo acquisi-

tam, ascendere poterit usque ad altitudinem E, aequalem altitudini, ex qua descendit.

208. Ex hactenus constitutis facile deduci possunt principia, quae spectant ad oscillationes in *pendulo*; cujus duplex est genus; alterum *simplex*, alterum *compositum* dicitur. *Simplex* est filum tenuissimum FP, (tab. 5. fig. 32.) insensibilis fere ponderis, quod extremitate altera fixum est puncto F, altera vero sustentat corpus P, cujus gravitas concipitur coacervata in unico puncto, quod centrum gravitatis vocatur. *Compositum* nuncupatur, si gravitas distributa sit per diversa fili puncta, ut quando plura pondera in distantiis dissimilibus appensa sunt, vel quando filo substituitur virga ex ligno, vel ex metallo.

209. Quando ex verticali linea FP attollitur globus P usque ad punctum X, et sibi ipsi relinquitur; globus, ubi nihil obstet, statim sola gravitatis vi, ex puncto EX perpendiculariter descendet versus horizontem: quemadmodum autem retinetur a filo FP in distantia semper aequali a puncto F, descendere nequit, nisi per arcum XP, et cum pervenerit in P, eam celeritatem habebit, quam acquisivisset descendendo ex verticali altitudine fP; ideoque eadem celeritate ascendet versus Z, describens arcum $PZ = PX$. Corpus autem in Z, amissa omni celeritate, revertetur vi gravitatis suae, iterumque ascendet in X, atque ita perseverabit in motu, eundo, et redeundo per arcum XPZ; sed partes arcus descriptae, semper minores fient, do-

nec pendulum quiescat in medio: singulis enim momentis, pendulum amittit partem sui motus ob aeris resistentiam, et ob frictionem fili in puncto suspensionis *F*; quibus remotis obstaculis, motus haberetur perpetuus.

210. Centrum gravitatis globi *P*, a quo describuntur arcus *PX*, *PZ*, nominatur *centrum oscillationis*; et punctum suspensionis *F*, dicitur *centrum motus*; quilibet autem transitus globi a puncto *X* ad *Z*, nuncupatur *oscillatio*. Linea *FP* perpendicularis horizonti, cui respondet filum, quando corpus quiescit, repraesentat directionem gravitatis.

211. Galilaeus omnium primus asseruit singulas oscillationes, seu majores, seu minores in eodem pendulo, intra idem tempus absolvi (*f*); sed Huyghens demonstravit hanc legem locum habere dumtaxat in pendulo arcum cycloidalem describente (*g*).

212. *Cycloidem* nominamus lineam curvam *ABC* (tab. v. fig. 33.) genitam a puncto *A* fixo in globo, vel circulo *AX*, dum hic integram conversionem absolvit supra planum *AC*, donec punctum *A* circuli ipsius cadat in punctum *C*. Ut autem pendulum arcus cycloidales describat, ita incurvantur duae lamellae, et ad centrum motus in *F* (tab. v. fig. 34.) junguntur, ut utraque ex parte semicycloidem referant; tunc enim filum flexibile ex puncto *F* suspen-

---

(*f*) Dialog. 1. *De Mechanica* T. 11. pag. 538.

(*g*) *Horologium oscillatorium*. Paris 1673.

sum, dum oscillat, non arcum circuli *XPZ*, sed arcum cycloidis *MPN* describet.

213. Demonstrant Geometrae vibrationes in cycloide sive majores, sive minores, aequali tempore fieri; ideoque dicuntur *isochronae (h)*. Sicuti vero exiguus arcus circuli coincidit cum cycloidis arcu *XZ*; ita seposita cycloide, pendulum fiet isochronum, ubi oscillationes in exiguis circuli arcubus peragantur *(i)*.

214. Tempora quibus pendula inaequaliter longa oscillationes absolvunt suas in arcubus similibus, sunt inter se ut radices quadratae longitudinum. Sic tempus, quo pendulum *FP* describit arcum *XZ*, erit ad tempus quo pendulum alterum *fp* (tab. v. fig. 35.) percurrit arcum *xz*, ut radix quadrata longitudinis fili *FP* ad radicem quadratam longitudinis alterius fili *fp*. Reapse in corporibus descendentibus tempora sunt ut radices spatiorum (186); spatia autem ab oscillante pendulo percursa, sunt ipsi arcus, qui proportionales sunt radiis, ideoque et pendulorum longitudinibus. Ut igitur pendulum oscillationem simplicem duplo tardius absolvat, longitudo quadrupla requiritur; ad conficiendam oscillationem

---

(h) Ita dictae a graecis vocibus ἴσος, latine *idem*, et χρόνος *tempus*.

(i) Keil *Introductio ad veram Philosophiam*, lect. xv. Theor. 41. et seq. Mediolani, 1742.

Wolfius T. II. §§. 382. 387. Veronae 1746.

La Caille. *Leçons élément. de Mecanique* §. 526. et seq; Paris 1781. Riccati *opusc.* XIII. pag. 161. 166. 168. T. I. Bononiae 1757.

triplo tardiorem, longitudo primi penduli sumenda est novies, et ita porro.

215. Pendulum quod, singulis secundis, oscillationem absolvit, vocatur *Pes horarius*, ejusque longitudo Parisiis adaequat pedes 3, lineas 8, et $\frac{17}{30}$ lineae partes *(k)*. Pro diversitate vero locorum, diversam etiam esse debere longitudinem penduli singulis secundis oscillantis, observavit Richerius, an. 1672 in insula Cayennae, quae distat ab aequatore gradus 4. minuta 55; summus ille vir astronomicis contemplationibus addictus, animadvertit pendulum, tardius ibi oscillationes conficere, quam Parisiis, et differentiam singulis diebus respondere duobus minutis, et viginti octo secundis: quamobrem imminuere debuit lineas duas, et unam quartam lineae partem de longitudine penduli, ut oscillationum tempus non differret a tempore, quo ipsae absolvebantur Parisiis.

216. Ne quis in suspicionem incideret, hujusmodi retardationem in pendulo, tribuendam esse actioni caloris, et frigoris, cui subjacent metallicae virgae; idem Richerius, aliique accuratissimi viri observationes plures instituerunt, ex quibus inferre potuerunt cum Nevvtono (48) gravitatem minorem esse sub aequatore *(l)*, et semper augeri, dum ab

---

(k) Mairan *Mémoires de l'Acad. Roy. des Sciences de Paris* ... an. 1735.

(l) Maupertuis. *Figure de la terre.* L. III. c. I., et IV.

aequatore ad polos progredimur; ideoque pendulum ad aequatorem delatum esse decurtandum, ad polos vero producendum.

217. Ex hujus phaenomeni consideratione definitum fuit tellurem non esse sphaericam, sed elevatam ad aequatorem, et compressam versus polos (46); ex quo fit ut corpora in aequatore posita magis distent a telluris centro, et in polis proximiora sint centro.

218. Quae huc usque de pendulo simplici diximus, verissima etiam constant in composito, dummodo determinetur centrum oscillationis, a quo initium sumere debet longitudo penduli; tunc enim pendulum considerari poterit uti simplex. Hinc generales formulas tradit Mathesis ad oscillationis centrum definiendum opportunas *(m)*: at mechanice determinari nullo negotio potest.

219. Ad mechanice inveniendum oscillationis centrum in pendulo composito, paretur pendulum simplex, nimirum globus plumbeus nexus filo tenuissimo, et satis longo: deinceps ex eadem altitudine inducantur oscillationes in utrumque pendulum, tum filum penduli simplicis decurtetur, vel oblongetur, donec oscillationes fiant isochronae cum pendulo composito. Si alterum fili extremum applicetur extremitati superiori penduli compositi, ut longitudi-

(m) Wolfius T. II. §§. 426. 429. 432. La Caille *Leçons élémentaires* pag. 180. et seq.

nes utriusque penduli sibi mutuo respondeant, et notetur in composito punctum illud, ad quod pertingit caput alterum fili; punctum hoc erit quaesitum oscillationis centrum in pendulo composito.

CAPUT IX.

De motu projectionis.

220. Ea est naturae lex, ut corpus in motu positum progredi constanter debeat in directione rectilinea, nisi a novo impulsu impediatur (60): post impulsum, corpus a duabus viribus actum, movebitur moto composito, atque si vires sint hujusmodi, ut corpus ab illarum altera determinetur ad motum rectilineum, ab altera vero, singulis momentis deturbetur a linea recta, tunc quolibet momento describet diagonales infinite parvas, quae dum sibi continuo succedent, angulos adeo obtusos efficient, ut exhibeant motum curvilineum.

221. Exemplum habemus in corpore horizontaliter projecto, quod duplici vi urgetur, vi scilicet projectionis corpori impressa, et vi gravitatis. Prima utpote momentanea, motum rectilineum, et uniformem inducit in corpus: altera, utpote vis constans, singulis aequalibus temporibus, novos inducit celeritatis gradus in idem corpus. Hinc fit, ut corpus *A* (tab. 5. fig. 36.) vi qualibet extrinseca projectum juxta directionem horizontalem *AD*, par-

ticeps duplicis motus, quorum alter est uniformis, alter vero acceleratus (70, et 75.) deturbetur singulis momentis a directione rectilinea AD, et perveniat ad tellurem per curvam $AMPT$, quae exhibetur a diagonalibus infinite parvis AM, MP, PT: etenim eadem ratione, qua curva quaelibet concipi potest veluti conflata ex pluribus rectis infinite parvis; ita considerari debet motus curvilineus tanquam compositus ex pluribus motibus rectilineis infinite parvis, qui sibi mutuo succedant.

222. Ut hujus curvae natura facilius innotescat, concipiamus corpus A proiici a qualibet vi juxta directionem AD, et eodem tempore gravitatis vi tendere versus G. Corpus A vi impressa actum, per primam motus legem (60) percurreret spatia aequalia temporibus aequalibus. Dividatur itaque linea AD in tres partes aequales AB, BC, CD percurrendas a corpore A, tribus aequalibus temporibus; sed motus qui a gravitate oritur per lineam AG, crescit secundum seriem numerorum imparium 1, 3, 5 etc. (185); ea ratione itaque dividatur linea AG, ut pars AE sit $= 1$, $AF = 3$, $AG = 5$.

223. Dum primo tempore corpus A vi projectionis tendit in B, et vi gravitatis trahitur in E, describet motu composito (87) diagonalem AM: dum secundo tempore pergeret motu horizontali per rectam MN, BC, et gravitate sua tenderet per $MO = EF$, spatium triplum spatio AE, corpus percurret diagonalem MP: eodem modo demon-

stratur corpus *A* tertio tempore ferri per diagonalem *PT*. Hujusmodi diagonales simul junctae efficiunt curvam *AMPT*. Recta *AG* nominatur *axis curvae*; ejus partes *AE*, *AF*, *AG* dicuntur *abscissae*, *EM*, *FP*, *GT* perpendiculares axi *AG* vocantur *ordinatae*, et sunt uti 1, 2, 3; abscissae vero sunt uti 1, 4, 9; ergo erit $AE : AF :: \overline{AB}^2 : \overline{AC}^2$; abscissae igitur sunt uti quadrata ordinatarum respondentium, quae proprietas, ut Mathematici docent, competit *parabolae*; eadem fiat demonstratio ubi projectionis directio sit obliqua horizonti, uti contingit in globis explosis a tormentis bellicis supra horizontem elevatis; globi enim participes fiunt duplicis motus, nempe motus uniformis, quem a projectione recipiunt, et motus uniformiter accelerati, quem gravitas inducit in illos; ideoque minime immutatur natura curvae, quam ipsi describunt.

224. Sed grave descendens percurrit primo minuto secundo (187) spatium pedum 15,098: quo majus igitur erit tempus impensum a corpore projecto in suo motu absolvendo, eo major etiam erit ejus declinatio a directionis linea; et prout tempus insumptum minus erit, minus etiam corpus flectetur tellurem versus. Id experimur inter venandum; ut enim globi projecti ad metam collineent, scopo superior sit oportet projectionis directio.

226. Advertendum tamen statuta principia locum solummodo habere, ubi nulla sit medii resistentia.

Praxis enim nos edocet rem aliter se habere, dum experimur in aere; aer enim impetum corporum ipsum findentium imminuit. Keil *(n)*, Nevvtonus *(o)*, Wolfius *(p)*, aliique plurimi demonstrant curvam a corporibus projectis descriptam accedere ad hyperbolam *(q)*.

CAPUT X.

De corporum motu in orbitis curvilineis, ubi de viribus centralibus.

226. Mobile in curva incedens, nisi continuo vi aliqua retraheretur a motu rectilineo, abiret per tangentem curvae. Sic lapis fundae impositus, et in gyrum actus curvam describit, quia funda manum versus, singulis momentis, quasi retro trahitur; ubi vero alterutrum extremum fundae remittitur, tunc lapis sibi relictus per curvae tangentem recedit.

227. Vis, qua corpus nititur singulis momentis recedere a centro, et abire per tangentem, uti est vis, qua distenditur funda, nominatur vis *centrifuga*; vis autem, qua corpus centrum versus trahitur, vel urgetur, appellatur vis *centripeta*: hujusmodi est

---

(n) Introductio ad veram Physicam, lect. XVI.

(o) Princip. Math. Phil. Natural. t. II. lect. 1. et 2. praecipue in comment. ad lib. 2. sect. 2. pag. 115. et seq.

(p) T. II. cap. XIV. de resistentia medii §. 696.

(q) Vide hujus curvae naturam apud la Caille ... *Cours élém. de Mathém.* pag. 364. second. édit. Paris, an. VII.

vis quae lapidem continuo ope funis trahit manum versus, quae est centrum sui motus: sed communi nomine vis centrifuga, et centripeta vocantur *vires centrales*.

228. Concipiamus corpus *A* vi centrifuga propulsum juxta directionem *AB* (tab. v. fig. 37.) tendere vi centripeta *AP* versus punctum *C*; corpus *A* absolvet diagonalem *AP* (87); altero momento aequali, corpus *A*, nisi immutetur ejus directio, describet aequalem lineam *DE*; sed vis centripeta continuo urget corpus versus punctum *C*; percurret itaque diagonalem *DF*: ob eamdem rationem tertio momento abibit per diagonalem *FZ*: et ita porro. Corpus igitur *A* duabus viribus centrifuga, et centripeta actum describet circa punctum curvam *ADFLM*.

229. Punctum *C* intra cavitatem curvae positum, ad quod vis centripeta urget corpus, est *centrum virium*. Curva *ADFLM* descripta a corpore *A*, dum integram conversionem absolvit circa centrum virium, dicitur *orbita*, vel *trajectoria*, atque si vires eamdem semper inter se rationem servent, nempe si semper aequales sint, curva descripta, erit circulus. Si ratio virium immutetur, varia erit etiam natura curvae a corpore descriptae. Tempus in orbita percurrenda impensum, nominatur *tempus periodicum*. Rectae lineae *CA*, *CD*, *CF*, *CL*, *CM* ductae a centro virium ad corpus orbitam describens, nominantur *radii vectores*: denique triangula *ACD*, *DCF*, *FCL*, *LCM* terminata a radiis

vectoribus, et ab arcu orbitae, nuncupari solent *areae* a radio vectore descriptae.

230. Virium centralium doctrina potissimum pendet a lege, quae a Keplero inventore, lex Kepleri dicitur, cujus summa haec est (*r*). Corpus curvam percurrens vi centripeta ad aliquot punctum fixum tendente, quaecumque sit curvae percursae natura, describet circa idem punctum areas temporibus proportionales, ideoque temporibus aequalibus aequales. Vicissim ubi corpus describat circa aliquod punctum areas temporibus proportionales, proinde temporibus aequalibus aequales, continebitur in curva vi centripeta ad illud punctum tendente (*s*).

231. Porro triangula *ACD*, *DCF*, *FCL*, *LCM* (tab. v. fig. 37.), quae areas exhibent (229) eodem tempore descriptas a corpore *A*, sunt inter se aequalia. Triangula enim *ACD*, *DCE* habent bases aequales *AD*, *DE* in eadem recta *AE*, et verticem communem in puncto *C*; ergo sunt aequalia (*t*). Triangula *DCF*, *DCE*, basim habent communem *CD*, et constituta sunt inter easdem parallelas *DI*, *EF*; igitur etiam triangula *ACD*, *DCF* aequalia sunt inter se. Eodem modo aequalia demon-

---

(*r*) *Nova Physica caelestis tradita commentariis de stella Martis*... Pragae 1609.

(*s*) Utramque legis partem complectitur Newtonus in propositionibus 1. et 2. sect. 2. L. 1. *Princip. Philos. naturalis.*

(*t*) Marta *Geom. elem.* lib. II. prop. 11.

strantur reliqua triangula *FCL*, *LCM*. Constat igitur prima legis pars, in qua statuitur, corpus curvam percurrens vi centripeta tendente ad punctum aliquod fixum, describere radio vectore areas circa idem punctum temporibus proportionales, ideoque temporibus aequalibus aequales.

232. Sed et altera legis pars facile patet. Areae, seu triangula *ACD*, *DCF*, eodem tempore descripta, aequalia sunt, similiter sunt aequalia triangula *ACD*, *DCE*, quum habeant verticem communem in *C*, et bases aequales *AD*, *DE*, in eadem recta *AE*. Ergo etiam triangulum *DCF* erit aequale triangulo *DCE*: sed haec duo triangula *DCF*, *DCE* insistunt super eadem basi *CD*; erunt igitur inter easdem parallelas *DI*, *EF*; dum itaque corpus fertur in *F*, tendit ad idem punctum *C*, ad quod in puncto *D* tendebat; secus corpus ex *D* perveniens in *F*, non describeret diagonalem *DF*, sed latus *DE*.

233. Ex demonstrata Kepleri lege, facile determinatur celeritas, qua corpus viribus centralibus actum, in quolibet suae orbitae puncto urgetur.

234. Percurrat mobile aequalibus temporis momentis arcus *AB*, *DE* (tab. 5. fig. 38.); hi arcus quum sint infinite parvi, haberi possunt ut bases triangulorum *ABC*, *CDE*: si ex puncto *C* demittantur perpendiculares ad tangentes *AX*, *EZ*, erit *CX* altitudo trianguli *ABC*, et *CZ* erit altitudo alterius trianguli *CDE*. Hujusmodi triangula, ut-

pote areae eodem tempore descriptae, aequalia sunt inter se; ideo erit etiam *(u)* $AB \times CX = DE \times CZ$, atque dissolvendo *(v)* fiet $AB : DE :: CZ : CX$; sed arcus AB, CD sunt spatia eodem tempore percursa, ideoque exponunt celeritates (74): ergo celeritas corporis in B, est ad celeritatem corporis in E, uti perpendicularis CZ ad perpendicularem CX. Celeritates igitur, quibus urgentur corpora viribus centralibus acta in orbitis suis, erunt reciproce, uti perpendiculares demissae a centro virium ad tangentes, quibus dato tempore corpus respondet; nimirum major erit corporis celeritas, prout minor erit ejus distantia a centro.

235. Quamobrem si corpus describat *ellipsim* $AXPZ$ *(x)* (tab. v. fig. 39.) circa punctum centrale F, quando perveniet ad axem majorem ellipsis AP, ejus celeritas in A erit minima; etenim

---

(u) Marta *Geom. elementa* lib. II. prop. 5.

(v) Idem §. 114. pag. 63.

(x) Geometrae repraesentare solent ellipsim, secando transverse conum, vel cylindrum, sed natura ellipsis facilius descriptione tyronibus innotescet. Sumatur filum adaequans in longitudine datam quamlibet rectam AP, cujus punctum medium sit in C, et puncta F, f aeque distent a puncto C. Fixis extremitatibus fili in punctis, F, et f, circumducatur filum tensum cuspide G, ut ubique relinquat vestigium sui; curva descripta $APXZ$, erit ellipsis. Puncta F, f, vocantur *foci* ellipsis, punctum C est *centrum*, recta AP, dicitur *axis major*, et recta xz perpendicularis ad axem majorem transiens per centrum, atque terminata ab utraque parte curvae, nuncupatur *axis minor*.

distantia, hoc est perpendicularis *AF*, est caeteris major; quum vero distantia *PF* sit omnium minima, corporis celeritas in *P* maxima erit; ubi vero tangat axem minorem *xz*, celeritas erit media inter celeritatem, quam corpus habet in *A*, et in *P*; nimirum adaequabit semisummam celeritatum minimae, et maximae (*y*).

236. Sed perpendiculares demissae a centro circuli ad ejus periphaeriam sunt totidem radii; ideoque inter se aequales; celeritas igitur corporis, quod viribus centralibus continetur in circulo, est uniformis; corpus enim in singulis suae orbitae punctis aeque distat a centro.

237. Physici ut leges virium centralium in circulo experimentis comprobarent, excogitarunt apparatum, qui ideo nominatur *machina virium centralium* (*z*). In hujusmodi apparatu, ope rotae in gyrum actae, celeriores pro libitu, aut tardiores rotationis motus induci possunt in corpora diversi ponderis, et ad diversas a centro distantias collocata.

238. Et primo quidem, quando corpora aequali

(*y*) De viribus centralibus in ellipsi consule Nevvtonum *Princ. Math. Phi. Natur.* l. 1. prop. 11., et Wolfium t. 11. §. 660.

(*z*) Hujus machinae descriptionem vide Nollet ... *Leçons de Phys. exp.* t. 11. p. 43. et seq. ... et Sigaud de la Fond ... *Description et usage d'un gabinet de Phy. exper.* t. 1. p. 159. et seq.

celeritate in gyrum volvuntur, experimur eorumdem vires centrifugas, seu centrales (*a*) esse in ratione directa massarum.

239. Ex hoc principio ratio patet, cur tritici grana in cribro cum paleis in circulum acta, se se conferant circumferentiam versus; et paleae, caeteraque leviora corpora in centrum coeant; grana enim tritici, utpote ponderosiora, majorem vim centrifugam, dum in gyrum volvuntur, acquirunt.

240. 2.do Si corpora sint aequalia, et circumvolutiones suas absolvant temporibus aequalibus; collocata vero sint in diversis ab eodem centro distantiis, tunc vires centrales erunt uti distantiae a centro.

241. Hinc fit, ut dum globus ex pelle confectus, et furfure, vel tritico repletus velociter volvitur circa suum axem in linea horizontali collocatum, partes aequatori respondentes, et ab axe magis dissitae, circulum majorem describant, ideoque magis eleventur; comprimantur autem partes axi revolutionis proximiores. Ex hoc principio clare deducitur *sphaeroidalis* figura telluris: in corporibus enim sub aequatore positis vis centrifuga major esse debet, quam in regionibus ab aequatore remotis, et potissimum circa polos. Hinc non modo a majori distantia a telluris centro, verum etiam a majori vi

---

(*a*) Virium centralium doctrinam experimentis persequitur Nollet loco commem.

centrifuga corporum, quae in aequatore sunt, causam repetunt Physici, cur ibi minor sit gravitatis actio, et in accessu ad polos crescat; vis enim centrifuga opponitur gravitati.

242. 3.tio Vires centrales duorum corporum aequalium, si aequali celeritate volvantur in circulis inaequalibus, erunt inter se in ratione inversa radiorum, seu distantiarum a centro; nimirum major erit vis centralis in corpore, quod minus distat a centro.

243. 4.to Si duo corpora differant in massa, et moveantur aequali celeritate in diversis a centro distantiis, vires centrales erunt inter se in ratione composita ex directa massarum, et directa distantiarum a centro; erunt nempe uti producta ex massa utriusque corporis in suam a centro distantiam.

244. Experimentis itaque constat in aestimandis viribus centralibus spectandam esse non modo corporum massam, et celeritatem, verum etiam eorumdem a centro distantiam, ex quorum omnium consideratione plures alias propositiones Mathematici deducunt (*b*), de quibus agere nostrum non est. Id unum hoc loco innuam; nempe universam Astro-

---

(*b*) Nevvtonus *Prin. Mat. Phil. Naturalis* t. 1. p. 17. Wolfiust. II... Eulerus *de Mechanica* t. 1.

Keill *Introduct. ad veram Philos.*, ubi *de viribus centralibus*, aliique plures.

nomine scientiam ex virium centralium doctrina omnino pendere, et innumeras prorsus esse utilitates, quae ab hujusmodi viribus in societatem profluunt; in omnibus enim machinis, in quibus rotae cum impetu volvuntur, uti in molendinariis, torcularibus, et aliis hujus generis plurimis, conspicua observamus virium centralium phaenomena. Inter caeteras maxime commemorabo machinam a Desaguliers excogitatam (*c*), et ea constructam arte, ut ope vis centrifugae nosocomia, et alia loca noxio halitu redundantia, novo semper aere ad salubritatem compleantur.

(*c*) Transact. Philos. an. 1735. n. 437.

INSTITUTIO III.

DE CORPORIBUS LIQUIDIS.

CAPUT I.

De aequilibrio, et motu liquidorum.

245. Ea Physicae pars, quae de liquidorum aequilibrio, et motu disserit, *hydrodynamica* (*d*) dicta fuit, atque dividitur in *hydrostaticam* (*e*), et *hydraulicam* (*f*). Complectitur illa theoriam de aequilibrio liquidorum inter se, et solidorum in liquidis; agit altera de liquidorum motu.

246. *Liquidum* universim dicimus corpus illud, cujus partes tactui, et impressioni cuicumque cedunt, et cedendo facillime inter se moventur; duplex autem distinguitur liquidorum genus. Dicuntur *homogenea*, si coalescant ex particulis ejusdem naturae, eamdemque densitatem habeant; secus *heterogenea* vocantur.

(*d*) A graecis vocibus ὕδωρ *aqua*, et δύνασις *vis*.

(*e*) Ex ὕδωρ *aqua*, et στατίκη *scientia ponderis*.

(*f*) Ex ὕδωρ *aqua*, et αὐλὸς *tubus*.

247. Ex definitione patet liquidum in vas infusum, accommodare se se figurae vasis, et in quaeque communicantia vasa se effundere, atque tamdiu oscillare, quamdiu superior ejus superficies ubique consistat in eodem horizontali plano; secus enim nulla esset in particulis liquidi gravitas.

248. Porro si qua liquidi particula in majori altitudine consistat, gravitate sua deorsum tendet, et mobilitate diffluet, donec cum aliis se se componat in eadem horizontali linea. Si pars altera depressior sit reliquis, tunc particulae vicinores vi propriae gravitatis deorsum versus illam ruent, donec cum reliquis eamdem altitudinem attingat. Suprema itaque liquidorum superficies complanata sit oportet. Hoc principio nititur libella *xz* (tab. VI. fig. 40.), qua utimur in praxi, ut in distante aliquo objecto, ceu in pariete *FGMN*, inveniatur punctum *F* existens in eadem horizontali linea *ABCD* (*g*).

249. Liquida in vasibus contenta, gravitate sua deorsum tendunt, et vasis fundum premunt. Haec pressio major est, prout major est tum altitudo li-

---

(*g*) In actis R. Scient. Acad. Parisiensis an. 1699. pag. 172., et in Miscellan. Berolinensi pag. 328. referuntur varia libellarum genera a claris. Viris excogitata.

In explorando an planum aliquod horizontale sit, quando agitur de distantia, quae excedat 300 pedes, ratio habenda est ad figuram telluris... Vide Picard *Traité du Nivellement* chap. 2. Paris, 1684.

quidi in vase contenti, tum etiam basis fundi ejusdem vasis. Profecto liquidi massa concipi potest veluti composita ex totidem stratis parallelis mutuo superpositis; quo igitur major erit stratorum numerus, major etiam erit pressio in vasis fundum. Sed liquidi massa considerari quoque potest veluti coagmentata ex totidem exilibus columnis aequalibus, et inter se parallelis, quae vim aequalem exerant in singula puncta, a quibus ipsae sustentantur: hinc eo major erit columnarum aequalium numerus, quo major erit amplitudo fundi, ideoque major fiet pressio, ubi liquido major sit basis. Pressio igitur liquidorum in fundum vasis est in ratione composita basis, et altitudinis; existimari nempe debet ex producto basis in altitudinem liquidi. Quamobrem, datis duobus vasibus aqua repletis, quorum basis et altitudo sit eadem, utriusque fundus aequali vi premetur.

250. Veritatem hanc experimenta confirmant (*h*). Tria vasa *R*, *S*, *T* (tab. VI. fig.ris 40. 41. et 43.) habeant fundum aequalem *abd*, qui occludi possit cylindro metallico exacte congruente cum fundo. Constanter observabimus cylindrum detrudi, quando aqua pertinget ad eamdem vasis altitudinem, quamvis aquae quantitas in vase *R* sit triplo major quantitate aquae immissae in vas alterum *S*, et

---

(*h*) Nollet *Leçons de Phys.* Expér. l. II. pag. 213. et seq.

vicies exsuperet quantitatem aquae in vase *T* contentae.

251. Non solum liquida premunt vasis fundum, prout major est basis, et altitudo liquidi superincumbentis, verum etiam eorumdem partes omnes se se mutuo aequaliter premunt deorsum, sursum, ad latera, et quoquo versus.

252. In suillam vescicam aqua plenam immitte ovum, icunculam ex tenui vitro, et figuram ex cera molli, firmiterque alligato vescicae collo, ne aqua effluat, pone desuper pondus 200 librarum. Detracto pondere, et aperta vescica, nec ovum, nec icunculam fractam, nec cerae figuram immutatam invenies; quod sane contingere minime posset, nisi aquae particulae desuper compressae, aequaliter comprimerentur ex alterutra parte. Ergo partes liquidi deorsum, sursum, ad latera, et quoquo versus, aequaliter comprimuntur, et comprimunt.

253. Quod experimento constat, etiam ratione confirmatur. Cum liquidorum particulae minima vi cohaereant inter se, et gravitate sua quaqua versus effluant, jam fit ut particulae superiores premant inferiores, atque inferiores aequali vi reagant in superiores. Similiter dum singulae particulae utrinque compressae, excurrunt ad latera vescicae, etiam a resistentibus lateribus, illae repelluntur ad medium; aequaliter igitur, et quaqua versus se se mutuo premere debent.

254. Pressionem hanc juxta directionem quam-

cumque constanter respondere altitudini liquidi superincumbentis, experimento comprobatur. Tubo vitreo utrinque aperto alligetur vescica liquore colorato plena: quo profundius mergitur vescica, eo altius liquor ascendit intra tubum; quod fieri nequit, nisi liquor in vescica inclusus magis magisque comprimatur a superincumbente liquido.

255. Ad fluida eterogenea quod spectat, quum alia magis, alia minus densa sint, nimirum sub eodem volumine diversum habeant pondus; tunc solummodo librabuntur in tubis communicantibus, quando eorumdem altitudines supra communem basim erunt in ratione reciproca eorumdem specifici ponderis. Sic dum in tubum communicantem infundo mercurium, qui repleat tubi basim, nunquam aqua sustinet mercurium ad altitudinem ex. gr. pollicis unius, nisi altitudo aquae in altero tubi brachio adaequet pollices quatuordecim.

256. Cognita itaque altitudine, ad quam duo eterogenea liquida elevantur in tubis communicantibus, ut in aequilibrio consistant; innotescet etiam eorumdem specificum pondus. Columna aquae alta uti 14 libratur cum mercurii columna alta uti 1; inferimus itaque pondus specificum mercurii esse ad pondus specificum aquae uti 14 : 1. Hac ratione facile dignosci poterit specificum liquidorum quorumcumque pondus; ne autem liquida commisceantur, immittatur gutta mercurii in basim tubi communicantis.

CAPUT II.

De solidorum aequilibrio in liquidis.

257. Solidum quando in liquidum immergitur, eam ponderis sui partem amittit, quae adaequat pondus voluminis liquidi, cujus locum occupat solidum. Reapse pondus liquidi e loco pulsi sustentabatur ab adjacentibus particulis liquidi; ergo sustentare ipsae debent aequale pondus in solido merso, quod eumdem locum, idemque spatium occupat liquidi expulsi.

258. Sint in promptu duo cylindri ex metallo, cavus alter, alter solidus et perfecte congruens cum cavitate primi: ambo nectantur bilancis brachio, ita tamen, ut solidus pendens e crine equino, mergi possit intra aquam, cavus vero superior insistat ne mergatur; appositisque in altero bilancis brachio ponderibus, cylindri adducantur ad aequilibrium. Dum cylindrus solidus mergitur in aquam, aequilibrium abrumpitur; at si cylindrus cavus repleatur aqua, subito restituitur aequilibrium. Sed cylindrus cavus, cum quo perfecte congruit solidus, continet aquae volumen quod adaequat idem volumen aquae e loco expulsae a cylindro solido; ergo solidum mersum in liquidum amittit ponderis partem aequalem ponderi liquidi, cujus locum occupat solidum.

259. Hinc sequitur solidum specifice levius mersum in liquidum specifice ponderosius supernatare,

et eousque immergi, donec volumen liquidi exclusi adaequet pondere suo pondus ipsius solidi immersi; quamobrem ubi corpus detineatur ab aliqua vi submersum in liquido specifice ponderosiore, mox sibi derelictum ascendet; liquidum enim excessu sui ponderis descendit; nequit autem descendere nisi elevet solidum.

260. Si solidum, et liquidum ejusdem fuerint specifici ponderis, tunc solidum immergetur, donec se se ad libellam componat cum liquidi superficie: etenim cum solidum, et liquidum sub aequali volumine, ejusdem sint ponderis; volumen solidi perinde se habet, ac si esset volumen ejusdem liquidi; ideoque vi minima e loco suo dimoveri poterit, et in quacumque liquidi parte collocetur in ea manebit.

261. Solidum autem specifice ponderosius aequali volumine liquidi, in quod immergitur, fundum petit, licet aliquam ponderis sui partem amittat: liquida enim solummodo sustentant in solidis tantam ponderis partem, quantum est pondus voluminis liquidi, quod occupat solidum (257); solidum itaque specifice ponderosius liquido, ob excessum sui ponderis trudi debet fundum versus.

262. Ex constituto theoremate (257) colligitur etiam, cur duo corpora diversi specifici ponderis, ceu ferrum, et plumbum, librata in aere, aequilibrium amittant in eodem liquido, et plumbum praeponderet. Porro cum volumen ferri sit majus vo-

lumine plumbi, pellit etiam e loco majus aquae volumen, quam plumbum. Sed pondus ab utroque corpore amissum, est ut pondus voluminis aquae ab hisce corporibus e loco exclusae; ideo plumbum amittit minorem ponderis partem. Hoc innixus principio detexit Archimedes (*i*), et Regi Hieroni indicavit argentum a doloso artifice aureae coronae admixtum (*k*).

263. Resolutum ab Archimede problema rationem suppeditavit Physicis, qua determinari facile potest specificum cujusvis solidi pondus (*l*).

264. Solida diversa, sed in pondere aequalia librentur alia post alia in aere, ope accuratissimae bilancis *ABC* (tab. VI. fig. 44.), et successive immergantur in vas *xz* aqua repletum: pondera adjecta lanci *A*, ut aequilibrium iterum habeatur, erunt reciproce uti specifica pondera solidorum, quae explorantur. Reapse partes ponderis amissi proportione respondent volumini cujusque solidi, quod

---

(*i*) Vitruvius lib. IX. c. 3.

(*k*) De ratione, qua massa aurea discerni potest ab adulterata, consule Frisium t. II. *de Mech.* l. III. c. I, vel Biot *in notis ad Phys. Mech. Fischer* pag. 148. Parisiis 1813.

(*l*) Gravitates specificae tum liquidorum, tum solidorum, distributae fuerunt in tabulas a Physicis; inter quas praestant illae, quae habentur in Transact. Londinen. ad an. 1748. a num. 485, ad 490. Et apud Musschenbroek t. II. pag. 536. et seq. *Introduct. ad Philosoph. natural.* Hauy summopere commendat eas a Brisson collectas ... *Traité élém. de Phys. t.* I. §. 48. *Paris* 1806.

liquidi locum occupat; pondera itaque adjecta, ut solida in liquido mersa, sint ad aequilibrium, exhibebunt proportionem reciprocam specifici ponderis eorumdem solidorum.

265. Ut autem innotescat specificum liquidorum pondus, nectatur lanci *A* solidum quodcunque *S* libratum in aere cum pondere *P* (tab. vi. fig. 44.); atque per vices mergatur in liquida eterogenea: pondera adiecta in lance *C*, ut solidum *S* libretur cum pondere *P*, indicabunt gravitates specificas liquidorum. Porro solidum mersum semper idem est; ergo et idem erit volumen liquidi e loco disjecti: sed solidum amittit in liquido partem ponderis aequalem ponderi voluminis liquidi pulsi e loco; igitur prout singularia volumina majoris, aut minoris specifici ponderis erunt, etiam solidum in liquidis mersum, majus, aut minus pondus amittet; ideoque pondus uniuscujusque liquidi, erit directe uti pondera adjecta, ad librandum solidum, quando in liquido existit.

266. Ad specificas liquidorum gravitates aliquo modo inter se comparandas, Physici instrumentum excogitarunt, *areometrum* dictum (*m*). Areometrum est tubus vitreus AB exilis diametri desinens in duas sphaeras (tab. vi. fig. 45.), quarum superior *C* longe major est inferiore *D*: intra tubum collocatur

(*m*) Ab ἀήρ *aer*, *et* μέτρον *mensura*.

stamen in minimulos coloratos, et aequales gradus divisum, ita tamen ut primi gradus initium respondeat extremitati tubi in *B*. Tubus hac ratione paratus immergitur in aquam sale saturatam; tum per tubi orificium *A* infunditur tantum hydrargyri, quantum satis sit, ut ambae sphaerae mergantur intra aquam, cujus superficies existat oportet in linea horizontali cum puncto *B*: deinde ermetice claudiur superior tubi pars *A*. Tubus immissus in liquida, magis immergitur pro minori liquidi densitate; hinc ex diversis immersionis gradibus, colligimus quanam specifica gravitate liquidum alterum ab altero differat (*n*). Sed aerometri usus promptus quidem est ad generatim indicandam gravitatis specificae differentiam, videlicet num liquidum alterum sit altero ponderosius, vel levius; exactam vero differentiae rationem minime determinat.

267. Cernimus quandoque eadem corpora modo ascendere, modo fundum petere, modo suspensa in eodem liquido sistere. Hujusmodi phaenomena

---

(*n*) Farenheit aerometrum invenit, cujus pars superior desinit in vasculum vitreum, et a diversis ponduscuiis in vasculum immissis, dignoscitur diversa specifica gravitas liquidorum. Sed etiam hoc adhibito aerometro, vera, et accurata specifica gravitas definiri minime potest. Vide apud Biot aerometri Farenheit descriptionem, et usum ... *Traité de Physique* t. 1 pag. 412, et seq.

Ad gravitatem specificam solidorum definiendam, Nikolson novum instrumentum excogitavit aeorometro Farenheit simillimum. Hauy *Traité de Phys. exper.* t. 1. §. 54. Paris 1809.

repetenda sunt ex mutationibus, quas tum solida, tum liquida subeunt.

268. Et 1.° quidem si augeatur volumen solidi non aucto similiter in proportione ejus pondere, solidum evadit specifice levius. Sic massa plumbea in aquae stagnum immissa, fundum petit, sed navicula ex eodem plumbo constructa, supernatabit.

269. 2.do Adaucto corporis pondere, quin proportione augeatur ejus volumen, corpus prius supernatans, confestim descendit. Vitream icunculam habentem foraminulum in femore immitto in tubum *ABCD* (tab. vi. fig. 46.) aqua plenum, quem distenta suilla vescica, exacte occludo. Quum icuncula concava sit, et aere plena, levior est pari volumine aquae, ideoque supernatat. Quando vero vescicam digito premo, premitur et ipsa aqua in tubo contenta, cujus aliquot guttulae per foraminulum ingrediuntur in cavitatem icunculae, et ingrediendo comprimunt aerem in ea contentum, qui ingressis aquae guttulis, partem sui spatii cedit: quamobrem icuncula ponderosior evadit, idcirco descendit. Sublato digito, quum ab aquae pressione amplius non coerceatur aer in corpore icunculae existens, elasticitate sua statim se se restituit, et ingressas aquae guttulas expellit; quapropter icuncula iterum fit levior aqua, iterumque ascendit.

270. 3.tio Si augeatur volumen liquidi, non adaucto in proportione ejus specifico pondere, corpus quod antea innatabat, descendet; contra superna-

tabit corpus in liquido prius demersum, ubi augeatur pondus specificum liquidi, non aucto in proportione ejus volumine. Hinc intelligitur cur vitrea icuncula, vix levior spiritu vini, descendat, dum spiritus vini coalescit, iterumque ascendat quando spiritus vini frigescit. Ex calore enim volumen spiritus vini augetur, quin ejus pondus crescat; acquirit autem pristinum volumen statim ac frigescit. Ratio etiam patet cur vitellus in aqua communi submersus ascendat sursum, si sal immittatur in aquam; etenim aqua saturata sale, fit specifice ponderosior aqua communi: hinc navis, quae vix sustineretur ab aquis fluminis, facile sustinetur in mare, cujus aquae scatent sale.

CAPUT III.

De liquidis per exigua vasium lumina effluentibus.

271. Ex altitudine liquidi effluentis, et ex lumine, seu foramine per quod effluit, aestimatur liquidorum motus; qua de re hoc statuimus theorema: Velocitas liquidi effluentis e lumine, quod aperiatur vel in fundo, vel ad latera vasis est uni radix quadrata altitudinis aquae superincumbentis (o), dum-

(o) Torricelius omnium primus experimentis demonstravit velo-

modo exiguum sit vasis lumen, per quod liquidum effluit.

272. Reapse velocitas liquidi exeuntis pendet a pondere, et pressione columnae, quae superincumbit partibus liquidi existentibus prope lumen; sed hujusmodi pressio, positis basibus aequalibus, est uti altitudo liquidi; partes igitur liquidi eam celeritatem acquirunt a columna superincumbente, quam acquirerent, si ex eadem altitudine deciderent; sed velocitas corporis descendentis est uti radix quadrata (186) altitudinis, ex qua descendit; ergo etiam velocitas liquidi erumpentis e lumine, est uti radix quadrata altitudinis liquidi superincumbentis.

273. Theorematis veritas confirmatur experimento. Esto vas satis amplum *LMNO* (tab. vi. fig. 47.) aqua plenum, et instructum tubulo *R* sursum flexo: cum primum reseratur foraminulum, aqua assurgit in fonticulum, et fere attingit vasis labium (*p*). Profecto grave in descensu eam celeritatem nanciscitur, qua si sursum reflectatur, ascendere possit ad eam altitudinem, ex qua descendit (193). Ergo aqua ea velocitate effluit, quam acquisivisset grave descendens ex altitudine liquidi superincumbentis.

---

citatem aquae esse in ratione subduplicata altitudinis, ex qua descendit ... *De motu gravium naturaliter descendentium typ. edit.* an. 1644.

(*p*) Ex hoc principio ratio innotescit, qua fontium aquae sursum saliunt.

274. Quod si aqua exacte non pertingit ad eam altitudinem, ex qua descendit, id repetendum tum ex attritu, quem patitur liquidum in lateribus luminis, tum ex aere qui summa vi resistit aquae; tum etiam ex aquae gravitate, cujus particulae praeeuntes, dum descendunt, et in subsequentes decidunt, has comprimunt, earumque motum retardant.

275. Ex demonstrato theoremate (271) patet, motui liquidorum ex lumine erumpentium ea omnia accommodari posse, quae de gravium descensu proposuimus (C. VII. de motu), sed brevitati, et tironum utilitati consulentes, unum aut alterum hoc loco tantum indicabimus (*q*).

276. Quemadmodum velocitas, ita quantitas aquae effluentis ex lumine vasis, est uti radix quadrata altitudinis aquae superincumbentis. Quo major porro est liquidi prementis columna, eo major etiam est velocitas; quo major est velocitas, eo major effluit aquae quantitas; sed velocitas est uti radix quadrata altitudinis; ergo et hujusmodi erit quantitas motus. Quamobrem si ex dato lumine, et dato tempore effluat quaedam quantitas aquae; ut intra idem tempus

(*q*) Physica mathesi juncta plura edocet de liquidorum motu. Ex. g. data liquidi altitudine, et vasis, atque luminis amplitudine, tempus determinare, quo vas vacuum fiet. Data amplitudine, et altitudine vasis, amplitudinem luminis assignare, quo liquidum effluat intra datum tempus. Data liquidi altitudine, et amplitudine luminis, definire quanta liquidi copia, dato tempore effluet, et alia hujus generis plura. Verum haec a proposito nostro aliena censemus.

dupla habeatur aquae quantitas, quadruplo augenda erit altitudo vasis; tunc enim quantitas aquae effluentis ex altitudine quadrupla, erit uti radix quadrata numeri 4, nempe 2.

277. In vase igitur, quod successive depletur, tum velocitas, tum quantitas aquae exeuntis, erit successive minor. Revera velocitas semper est uti radix quadrata altitudinis aquae superincumbentis; sed in vase quod successive depletur, altitudo semper minuitur; ergo et ipsa velocitas fiet minor; ideoque etiam quantitas aquae effluentis, imminui debet; effluet itaque motu uniformiter retardato, nempe quantitas aquae decrescet secundum seriem numerorum imparium desinentium in unitatem (192).

278. Hactenus posuimus lumina aequalia; at si fuerint inaequalia, et altitudines aequales; quantitates liquidi exeuntis erunt inaequales, erunt nempe uti lumina. Concipiamus lumen majus divisum in tria exigua lumina aequalia minori lumini alterius vasis: dato tempore per singula effluent quantitates liquidi aequales liquido effluenti per alterius vasis lumen quod est uti unum; ergo quantitas liquidi eodem tempore effluentis e lumine majori, erit ad quantitatem profluentem e minori lumine alterius vasis : : 3 : 1; ideoque erit uti lumen majus ad lumen minus. Quamobrem si tum altitudines, tum lumina sint inaequalia; velocitates erunt uti radices quadratae altitudinum (273); quantitates vero aquarum, erunt ut ipsae radices.

279. Hic porro animadvertendum statutam de liquidorum fluxu theoriam, experimentis exacte non respondere; 1.° ob attritum, cui subjacent liquida ad latera tum vasis, tum luminis, ex quo effluunt; 2.° quia dum particulae intermediae verticaliter descendunt versus lumen, particulae laterales oblique decurrunt, atque cursum suum sensim inflectunt versus lumen, et quando fundo proximae sunt, effluunt ad lumen motu ferme horizontali; sicque agitantur columnae intermediae liquidi. Hujusmodi motus observavit Bernoulli (*r*) in particulis cerae hispanicae in aquam immissis. Descendunt illae verticaliter cum aqua; quum autem fundum prope attingunt, quasi vortice aguntur, et oblique tendunt ad lumen vasis; hinc fit, ut aquae effluentis vena contrahatur, et multo magis ibi exigua sit, quam in exitu circa lumen verum. Prout diversa sunt adjuncta, diversa etiam est contractio venae; cujus tamen diameter, generatim est ad diametrum luminis uti 10 : 16, vel : : 11 : 18; quemadmodum definivit apud nos Cl. Dominicus Michelotti in R. Taurinensi Athenaeo Professor (*s*).

280. Experientia et observatione constat imminui resistentiam circa latera luminis, et quantitatem aquae effluentis quamproxime respondere principiis

(*r*) *Hydrodinam.* Sect. IV. §. 3.
(*s*) *Sperimenti Idraulici*, Torino 1767.

a nobis traditis, quando luminibus aptantur tubuli, quorum longitudo determinatam quandam rationem habeat ad foraminis amplitudinem (*t*). Rationem hanc apud nos accuratissimis experimentis definivit idem Dominicus Michelotti, qui constituit (*u*) longitudinem tubi esse debere ad diametrum luminis uti 5 : 2 (*v*).

(*t*) Mariotte ... *Traité du mouvement des eaux.* Par. III. à Leide 1717.

(*u*) *Ibidem.*

(*v*) Consuli poterunt Desaguliers. *Cours de Phys. expér.* traduit de l'Anglois par le R. P Pezenas. Paris 1751. ... Bernoulli *Hydrodynamica*, Argentorati 1738. ... Bossut *Traité élément. d'Hydrodynamique*, Paris 1775. ... Venturoli *Elementi di Meccanica*, e *d'Idraulica*, Milano 1817.

INSTITUTIO IV.

DE ATTRACTIONE MOLECULARI, SEU DE AFFINITATE CHYMICA.

CAPUT I.

De affinitate chymica generatim.

281. Inter vires, quae ab attractione proficiscuntur, recensendam esse diximus (42) *attractionem molecularem*, seu *affinitatem chymicam*, nimirum illam propensionem, qua corporum moleculae in exigua a contactu distantia positae, se mutuo petunt, et quandoque in grandiorem massam coalescunt (*a*).

282. Quemadmodum vero attractionis, ita et affinitatis causa nos adhuc latet; ex effectibus tamen recentiores Physici universim inferunt cum Bergman (*b*), affinitatem habendam esse inter universales corporum affectiones.

(*a*) Ex similibus similia componi, censebant cum Anaxagora veteres Philosophi, teste Laertio lib. II. cap. 13.; hinc fuit illud jam tritum sermone proverbium: *simile similia appetit*; sed ante Newtonum ignorabatur, cui nam virium generi adscribendum esset hujusmodi phaenomenon.

(*b*) *Opuscules Chimiques, et Physiques*, traduits par M.r De Morveau. T. I. pag. 72. Dijon 1780.

283. Prout variae sunt corporum moleculae, in quas vires suas exerit affinitas, vario etiam nomine distinguitur. Dicitur *affinitas aggregationis*, quando se prodit inter moleculas homogeneas; si moleculae eterogeneae sint, tunc nominatur *affinitas compositionis*.

284. Sic quando duae hydrargyri, vel aquae guttae supra chartam oleo illitam, et ad modicam distantiam positae, se mutuo attrahunt, et in unicam guttam coeunt, ob oculos ponunt affinitatem aggregationis.

285. In aggregatione itaque efficitur corpus, cujus massa, volumen, et partium adhaesio mutatur; sed natura corporis minime differt a natura partium, ex quibus ipsum coalescit.

286. Contra in affinitate compositionis, dum eterogeneae particulae, aliae consociantur aliis, constituunt corpus, cujus indoles diversa est a molecularum indole, ex quibus ipsum coagmentatur, quemadmodum observamus in metallo composito ex particulis argenti, et cupri una liquefactis atque commixtis.

287. Porro in affinitate compositionis moleculae eterogeneae vicissim, et tanta vi aliae in alias agunt, ut compositum quod inde fit, proprietatibus destituatur, quibus donabantur partes ante compositionem. Sic oleum vestes foedat, et cineres irritant cutem: hae duae substantiae simul junctae, constituunt saponem, qui neutrum ex hisce effectibus gignit.

288. Compositum oriri etiam potest ex pluribus eterogeneis corporibus, quae affinitatem habeant inter se; universim vero compositum novas induit proprietates omnino diversas ab iis, quibus praedita erant componentia. Nec silices, nec salia, nec oxida metallica (*c*) ad lucem libere transmittendam idonea sunt; attamen vitrum, quod ex hujusmodi substantiis constat, est omnino translucidum. Similiter octo bismuti partes, quinque plumbi, et tres stannei partes in aquam ebullientem immissae, perstant solidae; at si una liquescant, compositum fiet, quod in aqua ebulliente illico dissolvetur.

289. Verum, si ad compositum ex duabus substantiis adhuc tertia accedat, quae sua affinitate feratur in alterutram componentium, hanc divellet e composito, novamque efficiet cum ea, cui adhaeret, compositionem.

290. In solutionem resinosam ex alcohol (*d*) infundo aquam: alcohol et aqua se mutuo petunt, et invicem coalescunt; substantiae vero resinosae ab alcohol sejunctae, praecipitantur in fundum vasis.

291. Experimentis quoque deducimus, corpora exercere inter se diversos affinitatis gradus. Si in acidum nitricum, in quo solutum sit argentum,

---

(c) Metalla consociata cum oxigeno nuncupantur a Chymicis *Oxida metallica.*

(d) Spiritus vini omnino purificatus.

immittatur cuprum, statim praecipitabitur (e) argentum, et acidum consociabitur cum cupro: cuprum praecipitabitur a ferro intra acidum immisso; ferrum a zinco; zincum etiam praecipitabitur, si pulvis oculorum cancri in acidum immittatur. Patet igitur acidum nitricum continuo substantiam deponere, cum qua minorem affinitatem habet, ut alteri magis affini adhaereat.

292. Caeterum ut corporum moleculae se mutuo petere, et simul consociari possint, existant oportet in mutuo contactu, vel saltem inter eas quam minima intersit distantia. Reapse effectus proportione respondet suae causae; sed affinitas locum habet dumtaxat inter minimas corporum moleculas, quarum actio minima est; ergo ut illa vires suas exercere possit, necesse est ut corporum moleculae sint in contactu, vel in distantiis omnino exiguis.

293. Ex observatione colligimus etiam corpora non exerere affinitates suas, nisi fluida sint, vel saltem nisi alterutra in fluiditatis statu existat.

294. Datis autem duobus corporibus, quorum alterum sit liquidum, et solidum alterum, definire minime possumus, num liquidi moleculae attrahantur a moleculis solidi, vel potius moleculae so-

(e) *Praecipitata* sunt pulveres, qui ruunt in fundum vasis, quo in experiendo utimur.

lidae attrahant liquidas. Berthollet (*f*) censet mutuam fieri inter alterutras moleculas actionem, quemadmodum jam opinabatur Newtonus (*g*).

295. Quandoque duae substantiae inter se consociari nequeunt; facile tamen uniuntur, ubi substantia altera accedat, quae cum alterutra, vel cum utraque affinitatem habeat, et hujusmodi affinitas nominari solet *intermedia*. Ita oleum refugit coalescere cum aqua, si addatur *alkali* (*h*), oleum cum aqua miscetur.

CAPUT II.

De cohaesione, et adhaesione.

296. Inter affinitatis effectus recensetur *cohaesio*, nimirum vis, qua corpora suarum partium separationi resistunt; et ex majori aut minori cohaesione, qua partes corporeae invicem adstringuntur, fit ut quaedam corpora solida sint, fluida sint alia, et alia aeris formam induant.

(*f*) *Essai de Statique Chimique* Part. I. §. 20 Paris 1803.

(*g*) Opuscolo XX *De natura acidorum*.

(*h*) *Alkali* vox arabica, orta a planta *Kali*, cujus cineres aqua diluti pulverem album praebent alkali dictum. Alkali ex diversis substantiis haberi potest; acriter et caustice afficit linguam et palatum: caloris actione avolat: facile consociatur cum acidis, quorum acorem destruit; solvitur in aqua; et coeruleum vegetabilium colorem in viridem mutat. Ab Alberto Magno alkali appellari solebat *faex amaritudinis*. Tomson *Systéme de chimie* T. 11. p. 44. Paris 1818.

297. Non modo corpora separationi partium resistunt, sed ad mutuum contactum posita, quasi tendere videntur ad se se invicem conjungenda, quae proprietas nuncupari solet *adhaesio*.

298. Verumtamen exiguus corporum contactus, et illorum pondus saepe in causa sunt, cur non semper adhaesionis vis se prodat in mutuo corporum contactu. At si plana, et perpolita superficies ex vitro, vel marmore, vel metallo super imponatur simili superficiei planae, et aeque politae, adeo inter se adhaerebunt, ut non sine vi, altera ab altera divelli possit; atque major adhibenda erit vis, prout superficies et ampliores, et magis perpolitae erunt; hinc ut validissime inter se adhaereant, illiniri solent adipe, vel oleo; tunc enim semper major fit utriusque superficiei expolitio, et pori, quibus superficies scatent, quodammodo obstruuntur.

299. Haec superficierum adhaesio semper se prodit tum in aere libero, tum in vacuo; ergo non ab aeris pressione, sed ab alia causa pendet. Natura autem simplex est, et non efficit per plura, quod per pauciora efficere potest (prol. §. 21.). Igitur in phaenomenis ejusdem speciei explicandis, eadem assignanda caussa. Quemadmodum autem ab attractione moleculari, seu ab affinitate derivatur propensio, qua corporum moleculae se mutuo petunt: ita eidem affinitati adscribenda est affectio, qua duae corporum superficies mutuo superpositae invicem

adhaerent : adhaesio itaque inter affinitatis effectus habenda.

300. Cohaesio autem in hoc ab adhaesione differt, quod illa vires suas exerat in moleculas homogeneas, easque singulas quoquo versus uniat. Hinc quo major, vel minor erit vis, qua corporis moleculae inter se coalescunt, majorem etiam, aut minorem resistentiam corpus opponet, ne in partes distrahatur. Contra adhaesio locum etiam habet inter eterogenea corpora, et major, aut minor adhaesionis gradus pendet a majori, vel minori superficierum contactu; ideoque cohaesionis vis, vim adhaesionis superat. Profecto duae aeneae lamellae mutuo superpositae adhaerent, et adhaerendo separationi resistunt; quod si ex illis duabus unica lamella fiat, majorem ipsa resistentiam exeret.

301. Adhaesionis vis non solum se prodit in solidis, sed etiam in liquidis; imo liquida ipsa cum solidis adhaerent. Sic oleum adhaeret aquae, supra quam innatat. Olei gutta in vitream lamellam infusa, quoquo versus dilatatur, atque immissis aliis, atque aliis guttis in centrum primae, tota vitri lamella fit oleosa. Si nulla foret adhaesio inter vitrum, et oleum, minime se effunderet oleum in vitream superficiem; sed immissae guttae affinitate sua, in unicam rotundam guttam, se se componerent.

302. Ad vim expendendam, qua liquida adhaerent

solidis, hanc methodum excogitavit Taylor (i). Accuratae bilancis brachio nectantur ex qualibet substantia disci, qui cum aequipondio librentur. Infra discum, quem ad experiendum adhibemus, collocetur vas, in quod infundi possint liquida. Quum liquidi superficies quam proxima fuerit disco, observabimus liquidum in vase contentum attolli ad discum, et discum ad liquidum tendere. Ubi alia, atque alia pondera immittantur in lance aequipondii, donec discus separetur a liquido, pondera adjecta exhibebunt vim, qua dato solido singula liquida adhaerent.

CAPUT III.

De tubis capillaribus.

303. Vitrei tubi, qui cavitate sua fere adaequant diametrum capilli, dicuntur *capillares*. Quando capillares tubi extremitate una merguntur in aquam, elevatur aqua intra tubos, ibique suspensa manet, et quo minor est diameter tubi, eo altius ascendit aqua, cujus columna desinit in superficiem concavam.

304. Causam hujus phaenomeni tribuunt nonnulli pressioni atmosphaerae, sed in errore versantur;

(i) *Transact. Philosoph.* t. V. 368.

etenim tum in vacuo boyleano, tum in aere libero, aeque elevatur aqua intra tubos capillares. Nos cum recentioribus (*k*) censemus causam ascensus aquae intra tubos adscribendam esse attractioni, quam habent moleculae vitri cum aquae moleculis, in minimis a contactu distantiis positae, et ab attractione, qua liquidorum moleculae, aliae in alias mutuo agunt.

305. Reapse aqua in scypho vitreo contenta assurgit ad scyphi labia, et in superficiem concavam se se componit. Datur igitur mutua attractio inter moleculas vitri, et aquae moleculas positas ad minimas inter se distantias; etenim si nulla foret attractio, tunc aqua, fluiditate, et gravitate sua se se quoquoversus aequaliter effunderet (247), et ad aequilibrium se componeret.

306. Eadem porro est ratio, cur in tubis capillaribus elevatur aqua supra libellam, et eo altius ascendit, quo minores sunt tuborum diametri; nam prout diameter minor est, moleculae aquae minus circumquaque distant ab elementis vitri, cum quibus majorem affinitatem habet aqua; ideoque ad majorem altitudinem elevari debet, ut inter gravitatem aquae in tubo contentae, et vim attrahentem habeatur aequilibrium.

(*k*) Vide quid sentiant Philosophi de liquidorum ascensu apud Haüy *Traité élém. de Phys.* T. 1. §. 318, et seq. Paris 1806.

307. Quemadmodum aqua, ita caetera liquida elevantur intra tubos capillares, dummodo ipsa adhaerescere possint vitro; secus enim columna liquidi in tubos ingressa sistet infra libellam, et in superficiem convexam se se componet; uti contingere observamus quando unimur tubis oleo, vel sebo illitis; vel quando tubos capillares ab omni madore (*l*), et sorde non expurgatos immittimus in mercurium.

308. Censebant olim physici deprimi mercurium intra tubos vitreos; sed accuratioribus experimentis institutis, nunc constat (*m*) mercurium elevari supra libellam in tubis capillaribus, et in concavam superficiem, in illis se se componere, dummodo perpoliti sint tubi, et non humescant, atque mercurius omni madore exspolietur.

309. Ex phaenomenis, quae in tubis capillaribus observantur, plurima innotescunt, quae olim fictis hypothesibus explicare solebant Physici.

310. Olea per ellychnia ascendunt, et lampadis flammam alunt; imo altius elevatur oleum, ubi tenuiora sunt fila, quibus ellychnia constant. Etiam liquida altius ascendunt, prout minor est tubi capillaris diameter.

311. Humor nutritiius ex plantarum radicibus in

(*l*) Biot *Traité de Physiq. expér. et mathématiq.* T. 1. 439.
(*m*) Idem tom. 1. pag. 458.

caudicem, ex caudice in ramos perfluit. Jam vero angusti canaliculi, per quos circuit sucus nutritius, nonne haberi possunt veluti totidem capillares tubi, per quos humor ascendit?

312. Glandulae, quae in animantium corpore sunt, pro diversa cujusque natura, atque constitutione sucos diversos e sanguine attrahunt. Hoc phaenomenum, et alia hujus generis plurima jam animadverterat Newtonus (*n*) congruere cum iis, quae in tubis capillaribus observantur.

(n) *Optices* lib. III quaest. 31.

INSTITUTIO V.

De gravitate universali, seu de attractione physica.

CAPUT I.

De gravitatis universalis actione in corpora caelestia, ejusque in agendo lege.

313. Vis, qua corpora omnia in se mutuo, et in centrum totius systematis tendunt, *gravitas universalis*, vel *attractio physica* dicta fuit (41); ab ipsa enim pendet rerum universitatis ordo, et dispositio.

314. Hujus vis actione corpora omnia in solem, veluti in centrum totius nostri systematis tendunt; et quemadmodum gravitatis vi corpora terrestria in tellurem feruntur; ita a gravitate universali caelestia corpora, quae solem comitantur, trahuntur in solem ipsum, circa quem constanti ordine, et lege volvuntur.

315. Theoriam de gravitate universali accuratissimis calculis exponit Newtonus (*a*); nos vero operam dabimus, ut ea dumtaxat attingamus, quae tyronum captui sint accommodata.

(*a*) Tom. I., et III. *Princ. Math. Phi. nat.*

316. Corpus a qualibet vi projectum, ex prima motus lege (60) progredi debet in directum ea velocitate uniformi, et constanti, quae primum a vi motrice in illud impressa fuit.

317. Jamvero ex observationibus astronomicis constat planetas moveri in orbitis in se redeuntibus, et fere circularibus circa solem; sed sola projectionis vis, semel planetis impressa, producere nequit eorumdem motum curvilineum; ergo vis aliqua sit oportet, a qua planetae deturbentur singulis momentis (220) a directione rectilinea, et in curva detineantur.

318. Porro quando corpus in motu positum trahitur ab aliqua vi tendente ad aliquod punctum fixum, et describit circa idem punctum areas proportionales temporibus, tunc illud corpus continetur in curva a vi centripeta ad illud punctum tendente; et vicissim quando corpus describit areas circa aliquod punctum temporibus proportionales, corpus semper trahitur ab illo puncto (230). Sed observant astronomi areas a planetis circa solem descriptas proportionales esse temporibus; ergo planetae attrahuntur a sole, circa quem orbitas in se circulares redeuntes describunt. Motus itaque planetarum oritur a duplici vi, nimirum a vi projectionis, qua planetae nituntur abire per rectam, et a vi gravitatis, quae singulis momentis planetas urget versus centrum solis. Utramque vim, in prima rerum omnium creatione, Deus unicuique planetae

indidit, ut juxta naturae leges ab ipso sapientissime statutas, quilibet planeta constanter circa solem volveretur.

319. Sed actioni aequalis, et contraria est reactio; igitur eadem vi, qua sol planetas attrahit, etiam sol attrahitur ab illis.

320. Haec mutua attractio observatur etiam tellurem inter, et lunam. Itidem satellites Urani, Saturni, et Jovis tendunt in planetas, circa quos volvuntur (*b*), et vicissim Uranus, Saturnus, Jupiter in proprios satellites tendunt. Profecto areae a quovis satellite descriptae, quae proportione respondent temporibus insumptis in illis describendis, hanc comprobant actionis, et reactionis aequalitatem, et mutuam eorumdem corporum attractionem demonstrant.

321. Ex observationibus innotescit Saturnum recedere pauxillum a propria semita, dum transit prope Jovem, qui magnitudine reliquos excedit planetas; Saturnus itaque, et Jupiter se mutuo attrahunt. Flamesteed (*c*) observavit a Saturno perturbari motum Satellitum Jovis, quos ad se paullulum attrahit; satellites igitur Jovis in Saturnum tendunt, et vicissim Saturnus in illos; ergo singula caelestia corpora mutuo alia in alia tendunt.

(*b*) Newtonus prop. 5. T. III. *Princip. Math. Phil. Natural.*

(*c*) Vide *Historiam caelestem Britannicam.* Londini 1725.

322. Ad attractionis legem quod spectat, idem Newtonus (*d*) definivit corpora caelestia se mutuo attrahere in ratione directa massarum, et inversa ex quadratis distantiarum.

323. Prima legis pars apertissime constat: corpora caelestia vicissim alia in alia tendunt; ergo haec vis attrahens congruere debet singulis corporum moleculis, ex quibus corpora coagmentantur: quo plures itaque erunt moleculae constituentes corporis massam, eo major erit attractio. Quamobrem ter magis traheretur luna a tellure, si tellus triplo major esset in massa.

324. Ut altera legis pars demonstretur, id postulabo ex Mathesi: vires centrales corporum sunt inverse uti quadrata distantiarum mediarum (235), quando quadrata temporum periodicorum, sunt uti cubi distantiarum. Sed post Keplerum (*e*), observant Astronomi quadrata temporum periodicorum, quibus corpora caelestia moventur, proportione respondere cubis distantiarum mediarum: ergo attractionis vis, qua planetae feruntur in solem, sunt in ratione inversa quadrati distantiarum: scilicet decrescit attractio, prout crescit quadratum distantiae. Quapropter, si telluris distantia a sole foret quatuor vicibus major, tunc tellus vi sedecies minori traheretur a sole.

(*d*) Newtonus prop. 7. T. 3. *Princ. Math. Phi. Natural.*
(*e*) *Harmonices mundi* lib. V.

CAPUT II.

De gravitatis universalis actione in aestu maris.

325. Quoniam mutuae gravitatis effectus non ad caelestium corporum motus tantummodo referuntur, in eo jam sumus, ut omnibus notissimum phaenomenon, quod *aestus maris* dictum fuit, ab eadem attractionis causa proficisci declaremus.

326. In libero, apertoque mari, aquae Oceani bis in diem sensim ad litora fluunt, et sensim refluunt; scilicet aquae maris per sex horas circiter elevantur versus litora, tum, ob inertiae vim (33), per aliquot minuta consistunt; postea per sex horas refluunt, et rursus ad aliquot minuta aquae quiescunt; inde vero iterum elevantur versus litora, iterumque recedunt. Motus maris versus litora dicitur *fluxus*: recessus maris e litoribus nominatur *refluxus*; uterque autem motus ille est, qui *aestus maris* communi nomine dicitur.

327. Triplex in aestu maris observatur periodus, nempe *diurna*, *menstrua*, et *annua*. Periodus *diurna* absolvitur intra horas 24, 49 minuta, quo temporis intervallo bis aquae maris fluunt versus litora, bisque a litoribus refluunt.

328. Periodus *menstrua* se prodit in eo, quod singulis mensibus, major habeatur aestus maris in noviluniis, et pleniluniis, quam in quadraturis (*f*);

(*f*) Dicimus lunam esse in quadraturis, quando *dimidiata*

non vero statim post novilunium, et plenilunium, sed duobus, vel tribus elapsis diebus.

329. Periodus *annua* in eo consistit, ut aestus maris, caeteris paribus, sint maximi diebus aequinoctialibus, minimi vero in solstitiis.

330. Opinabatur Keplerus (*g*) oriri aestum maris ex luna attrahente aquas, quibus incumbit. Newtonus (*h*) hoc naturae arcanum apertius ostendit; ex consensu enim phaenomenorum aestus maris cum motibus lunae, definivit adscribendum esse maris fluxum, atque refluxum tum lunae, tum solis attractioni in maris aquas.

331. Reapse superficies telluris, et maris spectari potest ad instar sphaerae (46). Ubi itaque luna sit in *L*, et directe respondeat superficiei maris in *E* (tab. VII. fig. 48), aqua in hoc puncto existens, quum proximior sit lunae, majori gravitate ferri debet in lunam ipsam, quam caeterae telluris, et maris partes, quae sunt in hemisphaerio *PEH*; ideoque versus lunam elevari debet aqua maris, et intumescere in *E*.

332. Sed aqua posita in *G* magis distat a luna; ergo minori gravitate tendere debet in lunam,

---

cernitur; tunc enim sol, et luna a se invicem distant per *quadrantem circuli*.

(*g*) *Nova Physica caelestis tradita comment. de stella Martis.*

(*h*) *Princip. Math. Phil. nat.* T. 3. prop. 24.

quam reliquae telluris, et maris partes hemisphaerii *PGH*; quapropter aqua existens in *G* minus accedet ad lunam, quam reliquae terrestris globi partes; ideoque tendet in oppositam partem; nimirum aqua intumescet in *G*.

333. Hac ferme ratione superficies oceani ovatam figuram accipiet, cujus major diameter erit *EG*, et minor erit *PH*. Ex mutata vero lunae positione, immutari etiam debet ovata figura maris. Et sicuti luna impendit horas 24, minuta 49, ut ab uno meridiano digressa ad eumdem meridianum redeat; ideo fit, ut singulis 24 horis duplex habeatur in mari fluxus, atque refluxus.

334. Hinc facile etiam explicatur cur in noviluniis, et pleniluniis majores sint aestus; tunc enim lunae, et solis vires in attollendis aquis amice conspirant; in quadraturis vero solis, et lunae vires sibi mutuo sunt oppositae.

335. Ad periodum annuam quod attinet, ideo fluxus, et refluxus majores sunt in noviluniis, et pleniluniis aequinoctialibus, quia aequinoctiorum tempore sol, et luna sunt in aequatore, et directe concurrunt ad maris elevationem. Sicuti vero hiemali tempore sol proximior est telluri, quam aestivo; ita maris aestus in solstitiis hiemalibus, si caetera sint paria, majores sunt iis, qui contingunt in solstitiis aestivis (*i*).

(*i*) De aestu maris consuli possunt *Dissert.* Bernoullii, Mac-Laurini, et Euleri additae comment. in Newtonum. T. 3. par. 1. Genevae 1732.

336. Ex hoc mirabili maris motu fit, ut aquae maris nec corruptioni, nec putrefactioni sint obnoxiae. Etenim quamvis aquae maris admodum salsae sint, attamen in aqua stagnante sal facile subsideret; verum a reciproco aquarum motu, hinc inde agitatum, subsidendi moram non habet.

INSTITUTIO VI.

De corporibus caelestibus, eorumque praecipuis phaenomenis.

CAPUT I.

De astris generatim, et de vario astrorum genere.

337. Corpora, quae in Caelo fulgent, alia eamdem inter se distantiam, eumdemque ordinem servant, et *stellae fixae* dicuntur; alia tum a se invicem, tum a fixis positionem mutant, et *stellae errantes*, seu *Planetae* (*a*) nuncupantur.

338. Stellae fixae proprio lumine fulgent, ut sol: quemadmodum autem nec ejusdem molis nobis apparent, nec eodem lucis splendore oculos nostros percellunt; ita pro varia eorumdem mole, et luce in varios ordines distributae fuerunt; nimirum aliae *primae magnitudinis*, aliae *secundae* dicuntur, et ita porro.

339. Ut innumeras stellas fixas (*b*) in quemdam

(*a*) Πλανήτης, *sidus errans* a πλανάομαι *erro*.

(*b*) Herschel telescopium excogitavit, cujus ope dinumerare potuit in caelo octogies mille millia stellarum, et ultra... Mollet *Étude du Ciel*. Lyon 1803.

ordinem referrent Astronomi, illas tribuerunt in quasdam congeries plurium stellarum sibi ipsis adjacentium, quae *constellationes* nominari solent; et quo facilius stellae omnes distingui, et observari in caelo possent, animalium, aliarumque rerum nominibus constellationes designarunt; quae nomina veteres plerumque desumpserunt e fabulis, eaque retinuerunt recentiores Astronomi; ne in vetustis cum nuperis observationibus conferendis, oriretur confusio, et perturbatio (*c*).

340. In constellationum numero recensetur etiam illa irregularis, et satis lata vitta a *capricorno* ad *geminos* usque protensa, quae candore lactis perfusa apparet, et *via lactea* dicitur. Hunc caeli tractum innumeris stellis nudo oculo inconspicuis refertum, jam observaverat Galilaeus (*d*).

341. Planetae sunt corpora opaca, quae splendent lumine solis, et undecim hodie enumerantur; scilicet *Mercurius*, *Venus*, *Tellus*, *Mars*, *Vesta*, *Juno*, *Ceres*, *Pallas*, *Jupiter*, *Saturnus*, et *Uranus*.

342. Mercurius, Venus, Mars, Jupiter, et Saturnus vetustissimis temporibus jam noti erant, sed

---

(c) Haec stellarum distinctio antiquissima sane est. In libro Job. c. 9. v. 9., et c. 37. v. 9., memorantur *Orion*, et *Arcturus*, et c. 38. v. 31. legimus... *Numquid conjungere valebis micantes stellas Plejadas, et gyrum Arcturi poteris dissipare?*

(*d*) Opere di Galileo Galilei t. II. pag. 21. Firenze 1718.

tellus a plurimis inter Planetas minime recenseri solebat. Anno 1781 die 17 martii Herschel detexit Uranum, et sub initio hujus saeculi, intra Martem, et Jovem inventi fuerunt alii quatuor planetae, nempe primum Ceres a Piazzi (*e*); inde Pallas ab Olbers (*f*); postea Juno ab Harding (*g*); demum Vesta ab eodem Olbers (*h*).

343. Hi singuli Planetae dicuntur *primarii*, quod revolutiones suas peragunt circa Solem: Mercurius, et Venus, quorum orbitae includuntur ab orbita telluris, nominantur *Planetae inferiores*; ceteri vero, qui orbitis suis orbitam telluris includunt, dicuntur *Planetae superiores*.

344. Sunt et alii planetae, qui nuncupari solent *Satellites*, quia circa primarios volvuntur, atque decem et octo recensentur: nempe *Luna* circa tellurem; quatuor *Lunae*, seu *stellae* circa Jovem; septem circa Saturnum, quem ambit etiam *annulus* sibi *concentricus* (tab. VII. fig. 49.), et sex circa Uranum.

345. Astra quandoque apparent, quae ad plures dies, et interdum etiam ad aliquot menses per caeli spatia moveri observantur, sed paullatim e conspe-

---

(*e*) Die 1. Janu. 1801.

(*f*) 28. Martii 1802.

(*g*) 2. Septemb. 1804.

(*h*) 29. Martii 1807. De hisce Planetis consule Delambre... *Abrégé d'Astronomie*. Lec. XVI. Paris 1813.

ctu nostro se se subducunt. Hujusmodi Astra nominantur *Cometae*.

346. Plurimi inter veteres censebant cum Aristotele (*i*) oriri cometas ex sulphureis exhalationibus inflammatis in sublimi atmosphaera ab actione Solis. Opinati sunt alii cum Pythagora, et Seneca (*k*) cometas esse totidem globos planetis similes ab ipso mundi exordio conditos.

347. Jamdudum innotescit, cometas esse quoddam genus planetarum, qui circa solem conversiones absolvunt; sicuti vero moventur in orbitis admodum *excentricis* (tab. 7. fig. 50.), ita fit ut ad immanes distantias peragrantes, ad annos, et quandoque etiam ultra saeculum cometae delitescant (*l*): quorumdam tamen cometarum periodicum tempus ab astronomis fuit definitum (*m*).

348. Cometa qui apparuit annis 1531, 1607, 1682, praedicente Halley, conspicuus esse debebat an. 1758; rediit vero an. 1759, quemadmodum praenuntiavit Clairaut (*n*), qui anno 1758, calculo diligentissime inito, tribuit retardationis causam actioni tum Jovis, tum Saturni, et diebus solummodo viginti duobus a praenuntiato tempore aberravit.

(*i*) Plutarchus L. II. *De placitis Philosoph.* c. 2. et e. 22.

(*k*) L. VII. q. q. *natur.* c. 21.

(*l*) Distantia inter centrum Solis, et centrum orbitae vocatur cometae *excentricitas*: ut SC tab. 7. fig. 51.

(*m*) Vide Encyclopediam verbo *Comète*.

(*n*) *Théorie du mouvement des Comètes*, pag. 159. Paris 1760.

Hinc definitum fuit, hujus cometae periodum esse annorum 76. circiter; ejus itaque reditus erit an. 1835.

349. Observavit Nevvtonus cometas certa quadam lege moveri circa solem, et *areas* describere temporibus proportionales (*o*). A planetis vero differunt cometae; isti enim per Caelum quoquo versus, et juxta quamlibet directionem discurrunt: illi vero semper versus eamdem partem moventur.

350. Circa *nucleum* corporis cometici plerumque cernitur *coma*, ex qua ortum est *cometae* nomen (*p*); hujusmodi coma nuncupari solet *cauda*, cujus longitudo, et forma eadem non est in singulis cometis; in aliquibus enim major apparet, in aliis minor, sed semper tendit in partem a sole aversam, et prout cometa ad solem accedit, ejus cauda crescit, sed minuitur dum ille a sole recedit.

351. Newtonus opinatus est (*p*) cometarum caudam effici a vaporibus, et exhalationibus a calore solis excitatis e corpore cometae, ejusdemque solis luce collustratis. Ponit Mairan (*q*) cometas lucida quadam atmosphaera cingi, cujus particulae tenuissimae, et rarissimae interjectae solem inter et cometam facile repelli possunt a radiis solaribus in cometam ipsum incidentibus. Hinc caudam oriri

---

(*o*) L. III. *Princ. Math. Ph. Nat.* prop. 40.
(*p*) Ibid. prop. 41.
(*q*) Traité de *l'aurore boréale* quest. XXIII. Paris 1754.

putat ex hisce tenuissimis particulis, quae repelluntur, quando cometa subsequitur solem. Alii aliter sentiunt, sed vera hujus phaenomeni causa nos adhuc latet.

352. Quum cometae in planetarum genere recenseantur, apertissime quisque videt in errore versari vulgum, qui dictitat esse cometas infausti ominis indicia, et putat nunquam impune eorumdem reditum spectari in caelo. Ex eo quod autem animadverterat Lalande (*r*) posse cometas ad telluris usque collisionem accedere, non levis formido subiit an. 1773. Gallorum animos; trepidabant enim ne a vehementi concussionis impetu cometam inter, et tellurem, immutaretur telluris, et axis motus; unde suo loco cuncta exciderent, aquae maris e proprio sinu quoquoversus se se effunderent, et pessum irent omnia.

353. Cometae impactum in tellurem referendum esse in censum rerum omnino improbabilium, quis non videt? Ex omnibus observatis cometis (*s*) nullus hactenus ad mutuam cum tellure collisionem accessit. Jam vero si per tot saecula nunquam cometa, et tellus se inter se impegerunt, cur id in posterum formidabimus? (*t*).

(*r*) *Réflexions sur les comètes.* Idem *Abrégé d'Astronomie* §. 922. Paris 1775.

(*s*) Enumerantur hodie 119. cometae, et ultra, quorum alterum ab altero differre observarunt Astronomi. Francoeur *Uranographie*, pag. 173. Paris 1818.

(*t*) Vide Laplace *Exposition du système du monde*, 1813.

CAPUT II.

De Sphaera Caelesti.

354. Philosophi in explicandis astrorum positionibus, et motibus, effingunt caelum esse veluti concavam sphaeram, in qua concipiunt aliquot puncta, et circulos; atque in sphaerae centro ponunt terram, eo quod sidera omnia circa terram moveri videntur, eamque caelum circumambit ad modum hemisphaerii concavi.

355. Puncta extrema axis, circa quem rotare sphaeram concipimus, nominantur *poli* (*u*); quorum alter dicitur *arcticus* propter viciniam constellationis, quae a graecis ἄρκτος, a latinis *ursa minor* appellatur, et *borealis* etiam dicitur a vento *borea*, qui ex ea parte furit. Polus alter *antarcticus*, seu arctico oppositus, vocatur *australis*, quia ventus *auster* ex ea parte spirat. *Zenith* (*v*) est punctum caeli, quod capiti nostro perpendiculariter imminet: *nadir* (*x*) est punctum in opposita superficie caeli pedibus nostris perpendiculariter respondens.

356. Inter praecipuos circulos, qui considerari solent in sphaera caelesti, recensentur *Horizon*,

---

(*u*) A πολέω ... *verto.*

(*v*) Ab araba voce *zemt*, quae significat *caeli verticem.*

(*x*) A voce araba *Nazhir* nempe *punctum hemisphaerii inferioris, oppositum puncto verticali.*

Meridianus, *Æquator*, *Zodiacus* cum *Ecliptica*, duo *tropici*, et duo *polares*. Demptis circulis tropicis, et polaribus, reliqui dividunt sphaeram in duas partes aequales, ideoque appellantur *circuli majores*; tropici vero, et polares dicuntur *circuli minores*.

357. Duplex distinguitur Horizon (γ), scilicet *apparens*, et *verus*. Horizon apparens, qui *sensibilis* etiam vocatur, est circulus, qui terminat partem globi caelestis, quam nos in terrae superficie constituti, videre possumus, seu est illa caeli pars, quam circumverso oculi intuitu nobis cernere licet. Horizon verus, *rationalis* etiam dictus, quia sola ratione concipitur, est circulus major, qui sphaeram dividit in duas aequales partes, superiorem alteram nobis conspicuam, alteram inferiorem ex opposita caeli parte constitutam, et ejus axis est diameter a puncto *zenith* ad punctum *nadir* ducta.

358. Ab horizonte indicantur et *ortus*, et *occasus* siderum; dicimus enim solem, et sidera *oriri* cum supra horizontem ascendunt; *occidere* vero, cum infra horizontem deprimuntur. Quamvis autem nullum nobis conspicuum sit sidus, nisi supra horizontem nostrum versetur; solis tamen lumen ad nos pervenire incipit, quando sol gradibus 18 infra horizontem nostrum existit; radii enim solis in aeris

---

(γ) Ab ὁριζω *finio*; hinc *horizon* a latinis dicitur *finitor*.

atmosphaeram incidentes, *refractionem* patiuntur, sicque ad nos transmittuntur; hinc *crepusculum matutinum*, et *serotinum*, seu *aurora*, et *vesper*.

359. Meridianus est circulus transiens per Zenith, et Nadir, et per utrumque polum sphaerae, quam dividit in duo hemisphaeria, alterum *orientale*, *occidentale* alterum. Meridianus horizontem ad angulos rectos secat in duobus punctis; proinde ejus poli sunt puncta *ortus*, et *occasus* tempore *aequinoctiorum*: quot igitur sunt puncta in semicirculo horizontis, tot sunt meridiani; hinc singulis momentis meridianum immutat, qui versus ortum, vel occasum versus progreditur.

360. A meridiano determinatur *meridies* pro unoquoque loco; sol enim tantum temporis insumit, ut ab ortu suo ad meridianum loci pertingat, quantum requiritur, ut ab eodem meridiano ad occasum descendat. Sic cum sol partem meridiani attingit supra horizontem nostrum positam, *meridiem* habemus; quum vero pervenit sol ad meridiani partem infra horizontem nostrum positam, *media nox* est.

361. Æquator est circulus aequaliter distans ab utroque polo, et sphaeram dividens in duo hemisphaeria, alterum *septentrionale*, *meridionale* alterum; ejus proinde axis est ipse axis sphaerae. Æquator appellari etiam solet *linea aequinoctialis*; quando enim sol eam percurrere videtur, dies sunt noctibus aequales, quod bis in anno evenit, nimirum circa diem 21 martii, et 23 septembris.

362. *Zona* seu *vitta circularis*, quae aequatorem oblique secat, *Zodiacus* (z) nominatur. In medio zodiaci existit linea, *ecliptica* dicta; eo quod in ea, vel prope illam contingunt *eclipses*. Sol singulis annis apparenti suo motu ita procedit ab ortu in oceasum, ut ejus centrum semper respondeat eclipticae, quae ideo appellatur etiam *via solis*.

363. Zodiaco tribuitur latitudo 16 graduum; hanc ecliptica dividit in duas aequales partes; eo quod planetae in conversionibus suis a plano eclipticae hinc, et inde recedant, alii magis, alii minus, et maxima digressio tum versus meridiem, tum versus septentrionem est 8 graduum: excipiendi tamen sunt Vesta, Juno, Ceres, et Pallas, qui in orbitis suis absolvendis, zodiacum praetergrediuntur.

364. Dividitur zodiacus in duodecim partes aequales, quibus respondent 12 constellationes (339), quae dicuntur *signa zodiaci*. Horum nomina sunt:

♈ ♉ ♊ ♋ ♌ ♍
Aries, *Taurus*, *Gemini*, *Cancer*, *Leo*, *Virgo*,
♎ ♏ ♐ ♑ ♒
Libraque, *Scorpius*, *Arcitenens*, *Caper*, *Amphora*,
♓
Pisces. Ex hisce signis, illa quae super aequatorem posita sunt versus boream, nempe *aries*, *taurus*, *gemini*, *cancer*, *leo*, *virgo*, dicuntur *signa*

(z) Ita dictus a signis, quae graece ζωδία, seu ζωΐδια dicuntur, idest *parva animalia*.

borealia; sex reliqua *meridionalia* vocantur, quia meridiem respiciunt.

365. Signa dividuntur etiam in *ascendentia*, et *descendentia*. Ascendentia sunt illa, quae a sole describuntur, dum ipse ad nostrum zenith accedens, versus septentrionem ascendit, et numerantur ab initio capricorni ad initium cancri. *Cancer* autem, *leo*, *virgo*, *libra*, *scorpius*, *arcitenens*, descendentia nominantur; dum enim sol haec signa percurrit, a nostro zenith, ad quod accesserat, recedit.

366. Quatuor in zodiaco, vel potius in ecliptica notanda occurrunt puncta; duo nempe *aequinoctialia*, totidemque *solstitialia*. Æquinoctialia sunt illa, in quibus ecliptica secat aequatorem; et aequinoctialia dicuntur, quia sol dum in illis motu suo diurno versatur, dies facit aequales noctibus. *Solstitialia* ea sunt, in quibus ecliptica utrumque tropicum attingit, et solstitialia nominantur, quia sol videtur ad aliquot dies immorari, quin ad aequatorem accedat, vel ab eo sensim recedat, ita ut dies, et noctes nec augeri, nec imminui videantur.

367. Tempus, quod impendit sol, ut ab uno aequinoctii puncto ad idem punctum redeat, dicitur *annus tropicus*, et constat diebus 365, h. 5. 48′. 51″. Annus vero *sidereus*, nimirum tempus, quod impendit sol, ut redeat ad eamdem fixam, componitur ex diebus 365. h. 6. 9′. 12″.

368. Annus *civilis* integros dies 365 continet;

horae vero, et minuta, quae in anno tropico supersunt, efficiunt fere *(a)* quemlibet quartum annum 366 dierum, et vocatur annus *bissextilis*, quia post 23 diem februarii, alius interponitur dies, qui *intercalaris* dicitur, et illo anno, juxta romanam computandi rationem, *bis* dicimus *sexto cal. martii.*

369. Tropici *(b)* sunt duo circuli minores, aequatori, et proinde sibi ipsis paralleli *(c)*. Uterque tropicus ab aequatore distat 23 gradibus, et 28 circiter minutis; illorum alter positus est in parte boreali, et appellatur *tropicus cancri*, quia ubi sol ad eum pervenit, versatur in parte boreali, et respondere videtur primo gradui cancri. Constitutus est alter versus polum australem, et nominatur *tropicus capricorni*, quia sol eum describit, cum pertingit ad primum gradum capricorni.

(*a*) Gregorius XIII Pontifex M. ad vitandum errorem, qui saeculorum progressu oriretur ex additione unius diei cuilibet quarto anno, statuit ut non omnes centesimi essent *bissextiles*; sed in quadringentis quibusque annis, primi quique tres centesimi sine *bissexto* transigerentur, quartus vero quisque esset *bissextilis*, ita ut annis 1600, 2000, dies *bissextus* intercalaretur, minime autem annis 1700, 1800, 1900.

(*b*) A τρέπω ... *verto*, *tropici* dicti sunt: quando enim sol ad illos pervenit conversionem cursus sui facit; sic cum est in signo cancri paullatim revertitur, et descendit usque ad capricornum; a capricorno vero iterum revertitur, et ascendit ad signum cancri.

(*c*) *Element. Geom.* lib. I. prop. 26.

370. Polares sunt duo circuli minores, aequatori, et sibi invicem paralleli; alter *borealis*, *australis* alter dictus, quia positi sunt prope polos ejusdem nominis (356), uterque a suo polo distans 23 gradibus cum 28 minutis.

371. Designantur et alii circuli in sphaerae superficie, uti duo *coluri*, *aequinoctialis* scilicet, et *solstitialis*; plures meridiani, aliique circuli paralleli, qui tamen ad institutum nostrum minime spectant.

372. Ut philosophi facilius phaenomena explicent, quae ex telluris motu oriuntur, effingunt etiam in globo terrestri *centrum*, *axem*, *polos duos*, et varios in ejus superficie *circulos* tum *majores*, tum *minores*, respondentes circulis *sphaerae caelestis*; praecipui autem sphaerae terrestris circuli sunt *horizon*, de quo jam diximus (357), *aequator*, *meridiani*, *tropici*, et *polares*.

373. Æquator est circulus major dividens terraqueum globum in duo *hemisphaeria* aequalia, alterum *boreale*, vel *septentrionale*, et alterum *australe*, vel *meridionale*. Ex diverso situ aequatoris, ratione habita ad horizontem, diversa est etiam sphaerae positio: vel enim aequator perpendiculariter horizontem secat ita ut aequatoris poli constituti sint in horizontis plano, et tunc sphaera dicitur *recta*; vel aequator parallelus est horizonti, et *parallela* nuncupatur; *obliqua* vero nominatur, quando aequator horizontem intersecat ad angulos obliquos.

Haec est sphaerae positio apud nos, et apud populos omnes, exceptis iis, qui sunt in aequatore, et polis: etenim populi sub aequatore sphaera gaudent recta; et si qui sunt in polis incolae, sphaeram parallelam habent.

374. In tellure 360 meridiani numerantur: tot enim sunt, quot habentur in aequatore gradus. Meridiani potissimum inserviunt ad *latitudinem*, et *longitudinem terrestrem*, seu *geographicam* indicandam.

375. Per latitudinem terrestrem intelligatis velim distantiam ab aequatore alicujus loci positi in telluris superficie; haec autem dignoscitur per arcum meridiani interceptum aequatorem inter, et datum locum.

376. Latitudo vel *septentrionalis* est, vel *meridionalis*; illa ab aequatore ad polum usque borealem protenditur; posterior vero ab aequatore versus polum australem protrahitur. Latitudo itaque omnium maxima est in polis, quorum uterque 90 gradibus ab aequatore distat; quilibet autem latitudinis gradus continet 25 leucas.

377 Longitudo terrestris cujusdam loci est ejus distantia a primo meridiano, progrediendo versus ortum. Penes hominis arbitrium est constituere primum meridianum, a quo reliqui omnes ab occasu versus ortum numerentur.

378. Ptolomaeus, et veteres Geographi transire finxerunt primum per insulam *Ferri*, quae est

Canariarum maxime *occidentalis*; meridianum hunc omnium primum habendum esse, sub auspiciis Ludovici XIII sancitum fuit an. 1634, VII cal. Majas; sed inde R. Scientiarum Academia Parisiensis constituit *meridianum parisiensem* tamquam omnium primum.

379. Longitudinem metimur per gradus, qui continentur in arcu aequatoris positi inter primum meridianum, et meridianum loci, de quo quaeritur. Quemadmodum autem singuli meridiani simul coëunt in polis; ita gradus longitudinis solum sub aequatore continent 25 leucas, et eo minores fiunt, quo locus datus est proximior polo.

380. Quatuor circuli minores, scilicet duo *tropici*, et duo *polares* dividunt totam telluris superficiem in quinque partes, quas *zonas* vocant. Ex iis una vocatur *torrida*, duae *temperatae*, et duae *glaciales* dicuntur.

381. Zona torrida est spatium superficiei telluris comprehensum inter utrumque tropicum, cujus latitudo est 47 graduum circiter: hoc nomine distincta fuit ob maximum calorem, quo illa torret ex eo, quod solis radii ferme perpendiculariter semper incidant in singulas hujus zonae partes.

382. Zonae temperatae sunt eae terrae partes, quarum altera intra tropicum cancri, et circulum polarem arcticum; altera vero intra tropicum capricorni, et circulum polarem antarcticum comprehenditur. Illa vocatur *zona temperata borealis*;

posterior autem *zona temperata australis* dicitur. Utraque zona eamdem habet latitudinem, nimirum 43 graduum circiter, cum minutis 3, et ideo hae duae zonae temperatae appellantur, quia in illis moderati sunt tum caloris, tum frigoris gradus; eo major autem, vel minor est calor, prout loca a zona torrida magis vel minus distant.

383 Zonae *glaciales*, ita dictae quod in illis vehementer hiemat, protenduntur a circulis polaribus ad polos, et a polo, cui illae finitimae sunt, nomen accipiunt: hinc *borealis* altera, altera *australis* dicitur; atque utriusque zonae latitudo est 23 graduum, cum 28 circiter minutis.

CAPUT III.

De Systemate Caelesti.

384. Tria sunt praecipua *systemata* (*d*) excogitata ad explananda phaenomena caelestia, nempe *Ptolemaicum*, *Tychonicum*, *et Copernicanum.*

385. Ptolomaeus saeculo secundo a Christo nato antiquissimum astronomicum systema apud Graecos (*e*), Arabes (*f*), Chaldaeos (*g*), atque Romanos (*h*)

(*d*) *Systematis* nomine intelligimus definitam quamdam astrorum dispositionem, eorumdem phaenomenis explicandis accommodatam.

(*e*) Vide Dechales *in Astron.*

(*f*) Ricciolius lib. IX *Almagesti* sect. III, c. 2.

(*g*) Ibidem.

(*h*) Cicero *in somnio Scipionis*

vulgatum adeo illustravit, et auxit, ut Ptolemaicum dictum fuerit. In hoc systemate tellus (tab. 7, fig. 52.) immota est in centro; hanc ambit aër: aërem ignis: tellurem proxime cingit caelum lunae, cui succedit caelum Mercurii, huic caelum Veneris, postea caelum solis, tum Martis, dein Jovis, ac demum Saturni. Caelum Saturni comprehenditur a *firmamento*, in quo sunt stellae fixae; firmamentum circumambiunt duo alii caeli, qui *crystallini* vocantur, et quorum alterum *caelum nonum*, alterum *caelum decimum* nominatur; hos excipit caelum *undecimum*, *primum mobile* dictum, supra quod stat *empireum*.

386. Per Ptolomaeum itaque planetae fixi sunt in totidem caelestibus sphaeris, quae idem centrum habent, et quarum altera supra alteram volvitur: sphaerae omnes in concavam superficiem terminant, et lux per ipsas facile permeare potest. A proprio cujuslibet sphaerae motu repetit Ptolomaeus motum proprium planetarum ex occasu in ortum; dum interea a motu primi mobilis impresso caelis omnibus inferioribus, tum stellae fixae, tum planetae, singulis 24 horis transferuntur ab ortu in occasum.

387. Tycho Brahe celebris Astronomus 16 saeculi systema alterum excogitavit, quod ab ejus nomine *Tychonicum* dictum fuit. Ex Tychonis sententia tellus in centro universi consistit, circa quam volvuntur luna, et sol; reliqui vero planetae circa solem, veluti centrum moventur: ita tamen, ut

orbitae Mercurii, et Veneris solem cingant (tab. VII, fig. 53); orbitae autem Martis, Jovis, atque Saturni et solem, et tellurem comprehendant: quemadmodum autem Mars quandoque proximior fit telluri quam soli; ideo statuit orbitam Martis intersecare solis orbitam. Planetarum omnium orbitas complectitur *sphaera fixarum*, quae duplici agitatur motu, nempe *diurno*, quo astra omnia singulis 24 horis feruntur ab ortu in occasum, et altero ab occasu in ortum, quo illa lentissimo gradu agitur, et periodum suam absolvit intra annos 25000.

388. Veteres plerique ut Pythagorici (*i*), et Platonici (*k*) motum telluri tribuerunt, et solem esse immobilem affirmarunt. Opinionem hanc diu neglectam, et obsoletam uno ferme ante Copernicum saeculo e tenebris eduxit Nicolaus Cusanus S. R. E. Cardinalis (*l*); sed Nicolaus Copernicus anno 1473 natus, continuo 30 annorum studio, in systemate de motu telluris constituendo, atque illustrando insudavit; ideo ab ipso nomen accepit, et *Copernicanum* vocatur.

389. A Copernico itaque sol ponitur immobilis in centro mundi (tab. VIII, fig. 54); circa solem volvuntur Mercurius, tum Venus, postea Tellus, deinde Mars, Jupiter, et Saturnus, quibus nunc ad-

---

(*i*) Plutarchus lib. III. *de placitis philosoph.* c. 13.
(*k*) Laertius *in vita Platonis.*
(*l*) Lib. II. *de docta ignorantia* cap. 11.

R. Università di Torino
ISTITUTO DI FISICA

duntur Uranus, qui orbita sua includit Saturni orbitam, et quatuor planetae hoc saeculo detecti (342), nimirum Vesta, Pallas, Ceres, et Juno, qui Martem inter, et Jovem orbitas suas describunt (*m*).

390. Ex quibusdam *obscuris locis* observatis in sole et planetis (quae loca *maculas* dicunt Astronomi) definitum fuit solem, et planetas ipsos, determinato tempore circa proprium axem moveri ab occasu in ortum. Ex telluris autem motu circa solem oritur *annus*; ex ejus motu circa proprium axem ab occasu in ortum singulis 24 horis circiter habemus *diem*. Ita autem progreditur tellus, ut in quocumque orbitae puncto ipsa versetur, ejus *axis* semper maneat sibi *parallelus*, nempe eadem ipsius

---

(*m*) Distantia media Mercurii a sole adaequat $\frac{2}{5}$ distantiae mediae telluris a sole; distantia media Veneris $\frac{5}{7}$; illa Martis 1 $\frac{1}{2}$; Cereris 3; eademque ferme esse censetur distantia media Vestae, Junonis, et Palladis; distantia media Jovis est 5 $\frac{1}{5}$; Saturni 9 $\frac{1}{2}$, et Urani 19 $\frac{1}{5}$. Distantia autem media telluris a sole ponitur esse 24096 radiorum terrestrium, seu 34503000 leucarum, quarum quaevis adaequat 2280 exapedas.... Vide Francoeur *Uranographie*. Paris 1818. Ad planetarum massas, et diametros quod attinet, tum etiam ad tempora, quae illi impendunt in orbita sua describenda circa solem, consuli poterunt laudatus Francoeur *ibid.*, Hassenfratz *Cours de Physiq. céleste*, Paris 1803., et Delambre *Abrégé d'Astronomie*, Paris 1813.

axis extremitas eamdem semper caeli partem respiciat, atque constanter efficiat cum plano eclipticae angulum graduum 66 cum 32 minutis.

391. Praeterea juxta Copernicum, corpora caelestia motum suum absolvunt, non in circulis, sed in curvis *ellipticis*, in quarum *foco* communi positus est sol; ideoque inaequali celeritate moventur. Punctum *P* minus distans a sole (tab. VII, fig. 51) dicitur *perhielium*, et punctum A magis a sole distans *aphelium* nominatur.

392. Ex motu planetarum in ellipsi fit etiam, ut eorumdem distantia a tellure modo major, modo minor sit. Punctum ubi planeta proximior est telluri dicitur *perigaeum*; punctum ubi planeta magis a tellure distat, *apogaeum* (*n*) vocatur.

393. Denique in systemate Copernicano, ut planetae primarii circa solem, ita secundarii circa suos planetas principes volvuntur. Dum autem luna ex occasu versus ortum volvitur circa tellurem (*o*), movetur etiam circa proprium axem, atque in utroque motu absolvendo impendit dies 27, hor. 7, 43′, 12″; sed insumit dies 29, hor. 12, 44′, 3″ in revolutione *synodica* (*p*), seu in *mense lunari*

(*n*) A graecis vocibus περὶ, *circa*; ἀπὸ, *procul*; Ἥλιος, *sol*; et γῆ *tellus*.

(*o*) Distantia media telluris a luna, est 60 radiorum terrestrium, seu 85800 leucarum: Francoeur *Uranographie* p. 88.

(*p*) Συνοδία latine *congressus*.

conficiendo; ita appellatur *tempus*, quod intercedit inter unam, et aliam *conjunctionem* cum sole, scilicet intervallum ab uno *novilunio* ad aliud; ex quo fit ut habeantur quolibet anno duodecim menses lunares, et ferme dies 11.

394. Satellites omnes circa proprium planetam revolvi apertissime constat: modo enim infra, modo ad ortum, modo ad proprii planetae occasum cernuntur. Opinabantur plurimi, satellites circa proprium axem moveri eodem temporis intervallo, quo revolutionem absolvunt circa suos planetas primarios (*q*). Opinionem hanc confirmavit Herschel, ex cujus recentioribus observationibus colligimus, singulos Jovis, et Saturni satellites revolvi circa proprium axem eodem tempore, quo volvuntur circa suos planetas principes (*r*).

395. Copernicanum systema omnium simplicissimum esse consentiunt omnes; sed inquirendum hoc loco num etiam habendum sit Ptolomaico, et Tychonico probabilius.

396. Argumentum ex analogia (*s*) deductum nobis suadet tellurem circa solem moveri; reapse observamus lunam circa tellurem, satellites circa suos primarios volvi, et minora corpora in plane-

---

(*q*) Francoeur *Uranographie*, Paris 1818.

(*r*) Hassenfratz *Cours de Physique céleste*, Paris 1803.

(*s*) ἀναλογία latine *convenientia*, *similitudo*.

tario systemáte circumvolutiones suas absolvere circa majora, quae ipsis proximiora sunt; cur igitur immota manebit tellus, et contrario analogiae ordine circa illam movebitur sol, cujus massa longe major est singulorum planetarum massis simul sumptis? Quamvis autem analogia optima sit philosophandi regula (23); tamen, quum probabilitas cujusvis systematis pendeat ex ejus consensione cum phaenomenis; ideo planetas in motibus suis contemplemur oportet, ut tuto inferre possimus Copernicanam hypothesim physices legibus consentaneam esse, et astrorum phaenomenis explicandis aptissimam, non item vero Ptolomaicam, atque Tychonicam.

397. Planeta dicitur *soli conjunctus*, quando ambo ex tellure observati respondent eidem zodiaci puncto. *Conjunctio* appellatur *superior*, quando sol tellurem inter, et planetam existit; *inferior* autem nuncupatur, si planeta medium locum teneat tellurem inter, et solem.

398. Dicimus esse planetam *soli oppositum*, quando inter utrumque media est tellus, quando nempe sol, et planeta e tellure inspecti sibi mutuo e diametro adversantur.

399. Ex observationibus innotescit Mercurium, et Venerem numquam fore soli oppositos; nimirum numquam inspicimus tellurem medium habere locum Solem inter, et planetas inferiores; quemadmodum contingeret, si tellus esset in centro mundi: igitur Ptolomaicum systema cum hoc phaenomeno pugnat.

400. Planetae in motibus suis aliquando progredi videntur sub zodiaco secundum signorum ordinem, nempe ex ariete in taurum, ex tauro in geminos, etc., et tunc dicuntur *directi*: videntur aliquando retrocedere ex geminis in taurum, ex tauro in arietem, et nominantur *retrogradi*: quando vero observantur haerere ad aliquot dies in eodem Zodiaci puncto, vocantur *stationarii*.

401. Profecto horum omnium ratio simplicissime constat ex annuo telluris motu circa solem, et ex diversa planetarum distantia a communi centro, nimirum a sole. Reapse quum planetae superiores (343) magis a sole distent, quam tellus, haec citius, illi tardius orbitam suam circa solem absolvere debent: sic Jupiter duodecimam tantum circiter propriae orbitae partem percurrit, dum tellus orbitam integram absolvit; contra quum planetae inferiores proximiores sint Soli, et tellus magis distet, haec tardius, citius illi orbitam suam circa solem describunt: sic dum tellus semel cursum suum conficit, Mercurius quater propriam orbitam percurrit.

402. Sit itaque *ABCDEF* orbita telluris (tab. IX. fig. 55), in qua scilicet tellus circa solem motu annuo abripiatur; et *abcdef* sit orbita alicujus planetae superioris, ex. gr Martis, et *u, x, y, z* exhibeat arcum Zodiaci. Quando terra est in *A*, et Mars in *a*, Martem cernimus respondere puncto zodiaci *u*. Progrediatur tellus ex *A* in *B*, dum planeta describit arcum *ab*; spectator terrestris referet planetam ad punctum *y*, et planeta *directus* apparebit; processit enim juxta signorum ordinem ex ariete versus taurum. Pergat planeta in *c*, et interim tellus moveatur suo in orbe per arcum *BC*; tunc planeta observabitur *stationarius* in *y*; scilicet conspicuus nobis fiet, perinde ac si toto illo tempore constitisset in eodem Zodiaci puncto. Verum si tellus transierit in *D*, et planeta in *d*, hic apparebit sub linea *Ddx* in puncto zodiaci *x*; proinde videbimus illum *retrogradum*, nimirum progressum contra signorum ordinem. Postmodum existente tellure in *E*, si planeta sit in *e*, iterum videbitur stationarius in *x*. Denique cum tellus a puncto *E* pervenerit in *F*, et planeta in *f*, ipse respondebit puncto *z*; rursus itaque planeta erit directus; cernitur enim signorum ordinem in hoc motu fuisse secutum. Quod de Marte demonstravimus, etiam de singulis planetis superioribus constat.

403. Ad planetas inferiores quod spectat, ponamus percurrere tellurem suae orbitae partem *ABCDEF* (tab. IX. fig. 56), quo tempore describit Mercurius

integrum orbem *GLMNOP*. Si tellus existat in *A*, Mercurius in *G*, hic apparebit sub zodiaco in puncto *u*; si tellus pervenerit in *B*, et Mercurius in *L*, conspicuus nobis erit in puncto *y*, ipse nempe videbitur percurrisse sub zodiaco arcum *uy* secundum signorum ordinem; ideoque directus vocabitur. Ubi vero Mercurius attigerit punctum *M*, et tellus fuerit in *C*, Mercurium inspiciemus stationarium sub zodiaco in *y*. Pergat tellus in *D*, et Mercurius in *N*, hunc observabimus in *x*; judicamus itaque Mercurium percurrisse Zodiacum contra signorum ordinem, et retrogradum illum dicimus. Eodem modo demonstratur fore, ut iterum Mercurius appareat stationarius in *x*, dum ipse progreditur ex *N* in *O*, et tellus describit arcum *DE*; fore vero, ut iterum directus conspiciatur sub zodiaco in *y*, quando tellus versatur in *F*, et Mercurius in *P*.

404. Sed quo facilius, et clarius in Copernicano systemate explanantur planetarum *directiones*, *stationes*, et *retrogressiones*, eo difficilius, et obscurius Ptolomaicum, et Tychonicum horum omnium rationem reddunt. In utroque ponitur, planetarum orbitas componi ex totidem *spiris*, quas *epiciclos* (*t*) dicunt, in quorum parte superiore planetae incedentes, apparent *directi*, in inferiore *retrogradi*; descendentes autem a parte superiori ad inferiorem, vel ab

(*t*) *Epiciclus* linea flexuosa faciens orbes non redeuntes in s.

inferiore ad superiorem ascendentes, videntur *stationarii*.

405. Illud hoc loco animadvertendum, aliquando Martem esse viciniorem telluri, quam soli; quod minime contingeret, si Martis orbita cingeret orbitam solis, ut Ptolomaeus censet (385). Difficultatem hanc de medio tollere curavit Tycho Brahe, quum posuit (387) ab orbita Martis intersecari orbitam solis; sed interim illud potissimum redit, quod utrumque systema cum naturae legibus pugnat. Quis enim cum naturae legibus componere poterit tam varios, atque diversos in uno, eodemque planeta motus; quis videlicet explanare poterit qua ratione planeta uno eodemque tempore et progrediatur ab ortu in occasum, et ab occasu in ortum circumferatur?

406. Neque ex eo quod singulis diebus videamus moveri solem ex ortu in occasum, imminuitur Copernicanae hypothesis probabilitas. Quum enim tellus perenni, et aequabili motu, intervallo 24 horarum circiter, volvatur circa proprium axem ab occasu in ortum, nos qui communi cum telluris motu revolvimur, ex opticae legibus, cernimus solem moveri contraria directione, nempe ab ortu in occasum, eadem ferme ratione, qua dum provehimur in navi, hujus motum non percipimus; videmus autem litora, caeteraque corpora extra navim posita, in adversam partem promoveri.

407. Ex iisdem opticae legibus fit, ut nobis ap-

pareat sol, perinde ac si sub zodiaco circa quiescentem tellnris globum intra anni spatium volveretur. Describat enim tellus *T* circa solem *S* (tab. IX. fig. 57) orbitam suam sub zodiaco, seu sub ecliptica *ABCD*, progrediendo ex occasu in ortum juxta signorum ordinem: existente tellure in *T* sub primo gradu libraе, sol videbitur in *m* sub primo arietis gradu; accedente tellure ad scorpium in *g*, inspicietur sol progressus ad taurum in *n*, et dum tellus ad sagittarium perveniet, sol pertinget ad geminos, et ita porro.

408. Quando itaque tellus est in signis borealibus, sol videtur in australibus, et vicissim. Quemadmodum autem tellus diutius immoratur in sex signis meridionalibus, quam in sex borealibus (364) percurrendis, adeo ut differentia sit ferme dierum octo; ita inferre nobis licet, tellurem non moveri in circulo, ut opinati sunt Ptolomaeus, et Tycho Brahe, bene vero in ellipsi (391). Patet igitur, etiam apparentem solis motum dilucide explicari in hypothesi Copernicana.

CAPUT IV.

De inaequalitate dierum, et noctium, et de temporum vicissitudine.

409. Distinguitur dies in *naturalem*, et *artificialem*. Dies naturalis est tempus, quod impendit sol,

dum apparenti suo motu ab aliquo meridiano digressus, ad eumdem meridianum iterum redit; atque dies naturalis semper est 24 horarum; dies vero artificialis est illud temporis intervallum, quo sol supra horizontem existit: hinc diei artificiali opponitur *nox*, nimirum tempus, quo sol sub horizonte versatur.

410. Sol singulis diebus apparenti suo motu percurrit aequatorem, vel circulum aequatori parallelum. Sed aequator, et circuli paralleli aequatori, in duas partes ab horizonte dividuntur, quarum altera posita supra horizontem, vocatur *arcus diurnus*; altera autem constituta infra horizontem, dicitur *arcus nocturnus*; prout igitur majores, vel minores sunt arcus diurni, aut nocturni, etiam dies, et noctes longiores sunt, vel breviores.

411. Qui in sphaera recta (373) sunt, scilicet populi, qui sub aequatore vitam degunt, dies semper habent noctibus aequales. Porro in sphaera recta tum aequator, tum circuli aequatori paralleli dividuntur ab horizonte in duas aequales partes; ideoque arcus diurni sunt arcubus nocturnis aequales: sol igitur pari temporis spatio, tum supra, tum infra horizontem versatur.

412. In sphaera parallela, quum aequator sit horizonti parallelus, et alter ab altero minime distinguatur, ideo fit, ut horizon zodiacum intersecet in duas aequales partes, quarum altera supra, et altera infra horizontem posita est; ergo sol, qui

anni spatium insumit in percurrendo integro zodiaco, sex menses insumet in percurrenda unaquaque dimidia zodiaci parte.

413. Si qui igitur forent in polis terricolae, unicum haberent sex mensium diem, et unicam totidem mensium noctem. Hinc observator in polo boreali constitutus, a die 21 martii usque ad 23 septembris, videret singulis 24 horis circiter, solem volvi in horizonte, veluti in circulo: quo tempore autem sol fulget in polo boreali, nox tegit polum australem, et vicissim.

414. Populi in sphaera obliqua (tab. IX. fig. 58) positi, sive qui inter aequatorem et polos habitant, duos tantum intra annum dies habent noctibus aequales: quando scilicet sol apparenti suo motu percurrit aequatorem *EQ*; tunc enim aequator ab horizonte *HO* dividitur in duas aequales partes, ideoque arcus diurnus *EPQ* adaequat arcum nocturnum *ERQ*, quod contingere diximus (361) circa diem 21 martii, et 23 septembris.

415. Quando autem sol ab aequatore recedit, et elevatur versus polum borealem *P*, ita ab horizonte dividuntur circuli omnes paralleli aequatori, ut arcus supra illum positi, et a sole irradiati, majores sint arcubus infra horizontem constitutis; hinc dies semper fiunt longiores, et noctes breviores. Sed ex circulis omnibus aequatori parallelis, quos describere videtur sol, tropicus cancri *CT* est proximior polo nostro arctico *P*. Ubi itaque sol ad

cum pertingit die 21 junii, haec dies apud nos est omnium longissima, et nox brevissima; tropicus enim *CT* ita ab horizonte *HO* dividitur in puncto *X*, ut arcus major *CX* sit supra horizontem; minor vero *TX* infra horizontem existat.

416. Sed horizon dividit etiam tropicum capricorni *FG* in duos inaequales arcus *FZ*, *GZ*, quorum major *GZ* positus est infra horizontem nostrum, et minor supra; quando igitur sol ad capricorni tropicum vergit, dies semper fiunt apud nos noctibus breviores, omniumque brevissima est dies 21 decembris, cui nox omnium longissima subsequitur; tunc enim sol nobis apparet in ipso tropico capricorni.

417. Ad tempestatum varietatem quod attinet, quum tellus nequeat motu annuo circa solem volvi, et axem suum sibi ipsi servare parallelum, quin illa modo magis, modo minus directe hemisphaerium idem obvertat soli, jam fit, ut ex majori, aut minori obliquitate radiorum, major aut minor calor in tellure congeratur, sicque intra annum varia tempestatum vicissitudo contingat.

418. Reapse ponamus solem esse in puncto *S*, orbita telluris sit *ABCD*, *P* polus arcticus, *R* antarcticus, et axis telluris *PR* (tab. X. fig. 59), qui progrediatur semper sibi ipsi parallelus. Existente tellure in signo librae *A*, sol respondebit (407) opposito arietis signo *C*, et radii solares minus oblique incident in partem borealem telluris; ideo-

que incipiet *ver*. Tribus mensibus exactis, erit tellus in signo capricorni *B*, et sol videbitur in signo cancri *D*, ibique semper radii solis minus minusque oblique illustrabunt idem boreale telluris hemisphaerium; initium igitur habebit *aestas*. Post alios tres menses perveniet tellus ad signum arietis *C*, et sol apparebit in *A*, nimirum in opposito signo librae, et rursum radii solares inclinari incipient; hinc in parte boreali habebitur *autumnus*; demum tribus elapsis mensibus, tellus ingredietur in signum cancri *D*, et sol conspicuus erit in opposito signo capricorni *B*, atque radii solares magis magisque oblique pertingent ad hemisphaerium boreale telluris; hinc adveniet *hiems*.

419. Profecto quando sol respondet tropico cancri *ST*, non modo magis directe ejus radii in plagas nostras incidunt, sed etiam ille diutius commoratur (416) supra horizontem nostrum; quando autem videtur sol in tropico capricorni *FG*, minus directe immittit radios suos in hemisphaerium nostrum, et minus super horizontem immoratur: nihil mirum igitur si aestivo tempore calore languescimus; hiemali vero, frigore rigescimus. In duobus autem hemisphaeriis tempestatum vicissitudo contrarium sequitur ordinem; sic incipiente hieme apud nos, in hemisphaerio australi incipit aestas, et ita porro: quae omnia quis non videt Copernicano systemati omnino consentanea?

420. Calor autem ferme semper major est men-

sibus julio, et augusto, quia brevitate noctium minime extingui potest calor, quem tellus sensim acquirit in dies; accedente igitur calore ad calorem, quem singulis diebus solares radii in tellurem immittunt, haec per aliquod tempus vehementi flagrat aestu.

CAPUT V.

De phaenomenis lunae, et de eclipsibus.

421. Ex conversione telluris circa solem, et lunae circa tellurem oriuntur tum variae ipsius lunae *phases* (u), tum etiam solis, et lunae *eclipses*.

422. Luna autem est corpus sphaericum, scabrum, opacum, et densum, non sua, sed solis luce resplendens. Sol fons luminis, perpetuo dimidiam corporis lunaris partem, quae ipsi obvertitur, irradiat, dum altera dimidia pars aversa a sole, obvolvitur tenebris; nobis autem ea lunae superficies conspicua est quae telluri obvertitur; hinc fit ut pro varia lunae, solis, et telluris positione, aliquando major, aliquando minor, aliquando nulla irradiatae faciei pars, et quandoque etiam pleno orbe fulgens e tellure conspiciatur luna. Ut haec omnia facilius intelligantur, contemplabimur lunam

(u) A graeca voce Φασις, latine *aspectus*.

progredientem circa tellurem per orbitam *ABCDE FGH* (tab. X. fig. 60).

423. Sit igitur sol in *S*, tellus in *T*; quando luna est in puncto suae orbitae *A*, tota lunae illustratae facies nobis apparet, et *luna plena* nominatur. Quemadmodum autem tunc sol et luna e tellure observati duobus oppositis caeli punctis respondent; ita dicimus lunam esse in *oppositione cum sole*. Quando luna pervenerit in *B*, non tota ejus irradiata facies obvertitur telluri, sed aliqua ejus pars e conspectu nostro subducitur; hinc *gibbosa* videbitur. Si luna progrediatur in *C*, dimidium illuminati hemisphaerii nobis conspicuum fiet; nempe luna dimidiata apparebit, et tunc dicimus illam esse in *quadratura*; in hac enim positione sol, et luna per quadrantem circuli a se invicem distant. Procedente luna in *D*, exigua fit pars faciei irradiatae, quae conspicitur e tellure, et maxima ejus pars est nobis inconspicua; proinde ob sphaericam lunae figuram, quae oculis nostris superficiem planam repraesentat, fit ut lunae pars collustrata nobis appareat veluti desinens in *cornua*: hinc luna nominatur *falcata*. Tandem quum pertinget luna ad punctum *E*, prorsus inconspicua nobis erit; tota enim obscura obvertitur telluri, et dicimus lunam esse in *conjunctione* cum sole, quia sol, et luna in eodem eclipticae puncto cernuntur, ibique fit *novilunium*. Si luna ulterius progrediatur in *F*, *falcatam* figuram iterum induet, sed ejus cornua,

quae ante novilunium spectabant in occasum, post novilunium in ortum tendent; iterumque erit luna in *aspectu quadrato* cum sole, quum attigerit punctum *G*, et dimidiata apparebit; gibbosa videbitur in *H*; et rursus pleno orbe fulgebit in *A*.

424. Verum ubi luna fulgeat orbe pleno, et telluris umbram incurrat, non amplius collustrabitur luce solis, sed expallescet; vicissim interjecta luna, occultari videbitur sol, et tunc dicimus solem, ac lunam *eclipsim* (v), seu *deliquium* pati.

425. Enim vero corpora opaca lucenti soli exposita umbram projiciunt in partem soli aversam: est autem umbra privatio lucis in quodam spatio ob solis radios a corpore opaco interceptos. Sed tellus, utpote opaca, transitum solaribus radiis impedit; igitur si sol fuerit in *S* (tab. X. fig. 61), tellus in *T*, et luna soli opposita in *L* transeat per spatium *ABC*, in quod incidit umbra conica telluris, illa in tenebris involvatur necesse est; ideoque in plenilunio habebitur eclipsis lunae.

426. Etiam luna suam umbram conicam in partem soli oppositam projicit (tab. X. fig. 62); hinc si illius umbra *ETF* in tellurem *T* incidat, quod contingere non potest, nisi quando e tellure luna videtur in conjunctione cum sole, nempe in novi-

(v) Εκλειψις, *deliquium*.

lunio *(441)*, incolae illius partis telluris, in quam incidit umbra, tamdiu tenebris obvoluti manebunt, quamdiu intra umbram erunt; nimirum apud illos fiet *eclipsis*, quae vulgo dicitur *solis*, quamvis proprie sit *eclipsis telluris*; huic enim, non vero soli deficit lux.

427. Numquam itaque eclipsim patietur luna, nisi in plenilunio, quando scilicet luna ad oppositionem solis pervenit; nec unquam contingere poterit eclipsis solis nisi in novilunio; quando scilicet e tellure cernimus lunam in conjunctione cum sole.

428. Patet igitur solis eclipsim in morte Christi fuisse omnino prodigiosam; quia contigit plenilunii tempore; certum est enim passum fuisse Christum tempore Paschatis, et in lege vetitum erat Judaeis, ne ante diem decimam quartam lunae primi mensis, *Paschalis solemnitas* ab illis celebraretur. Praeterea tam mira eclipsis perduravit ab hora sexta usque ad nonam; insuper tenebrae factae sunt supra totum hemisphaerium, quod Palestinae horizon definit *(x)*, cujusmodi esse nequit eclipsis solis, quae naturali ordine fiat *(y)*. Hinc ferunt Dionysium

---

(x) S. Matthaeus cap. XXVII. v. 45.

(y) Quum diameter apparens lunae parum superet diametrum apparentem solis, et velocissimus sit lunae cursus, nonnisi per breve tempus eclipses solares durant. Neque in singulis locis eodem tempore observari potest eclipsis; fieri enim nequit, ut umbra lunae totum hemisphaerium terrae obvolvat.

Areopagitam tanti, et tam inusitati portenti admiratione correptum dixisse: *vel auctor naturae patitur, vel mundi machina dissolvetur.*

429. Non in singulis plenilunii habentur eclipses lunae, quia ipsa integram conversionem suam non absolvit in eclipticae plano, sed ejus orbita *ABCD* angulum constituit (tab. X. fig. 63.) cum ecliptica *EBFD*. Quum autem axis coni umbrosi a tellure projecti semper existat in eclipticae plano, ideo nulla in plenilunio continget eclipsis, nisi luna in alterutro intersectionis nodo *B*, vel *D*, aut prope ipsum constituta sit, dum sol in opposito nodo, vel non longe ab eo versatur. Sic etiam non in singulis noviluniis habebitur solis eclipsis; quum enim sol perpetuo sit sub ecliptica, et luna orbitam circularem describat, quae eclipticam secat in duobus oppositis punctis, quae vocari solent *nodi*, jam contingere nequit, ut umbra lunaris tempore novilunii tellurem involvat, nisi et sol, et luna versentur circa nodos.

430. Quando itaque *plenilunium*, et *novilunium* sat longe a *nodis* ita fiunt, ut integra telluris diameter constituta sit extra integram diametrum lunae, haec numquam in plenilunio obumbrabitur; nec unquam habebitur solis eclipsis in novilunio, si illius diameter integra emergit e diametro lunae.

431. Prout autem vel tota lunae, aut solis facies, vel pars tantum obscuratur, vel centrum unius astri alterius centro respondet, eclipses dicuntur,

vel *totales*, vel *partiales*, vel *centrales*. Hinc astronomi tribuunt solis, et lunae discos in duodecim partes aequales, quas *digitos* appellant: tot *digitorum* dicunt esse eclipsim solis, aut lunae, quot *digitos* obtenebrata eorumdem diametri pars comprehendit.

432. Interdum evenit ut in centrali solis eclipsi, solaris discus non totus fiat nobis inconspicuus, sed ut Gassendus ait *(z)*, *quasi armilla aurea, aureusve quidam circulus lunam cingat*. Id autem contingit quando luna, dum soli jungitur *(423)*, est apogaea *(492)*; tunc enim fit, ut lunae discus minime obtegere possit totum solis discum, et annulus faciei solaris circumquaque emergat e lunae periphaeria, quemadmodum an. 1706 evenisse constat; hujusmodi solaris eclipsis dicitur *annularis (a)*.

(z) Lib. II. *Inst. Astronomiae* cap. 18.

(a) Phaenomena eclipsis annularis an. 1706 speciatim describit Wolfius. T. III. obs. 1. pag. 464 .... De eclipsibus consuli poterunt *Scientia eclipsium* P. Melchioris a Briga ... Romae, et Lucae 1747; et Paulian Dictionnaire de Physique verbo *Éclipse*, atque Hassenfratz *Cours de physique céleste*, cinquième Leçon §. XXV, Paris 1803.

INSTITUTIO VII.

DE AERE ATMOSPHAERICO, ET DE PRAECIPUIS FLUIDIS AEREIS INVENTIS A RECENTIORIBUS.

CAPUT I.

De aere atmosphaerico generatim, ejusque fluiditate.

433. Aerem dicimus fluidum illud tenuissimum, inodorum, oculis inconspicuum, et luci pervium, cujus agitatione excitatur ventulus, et cujus actione corpora sursum, horizontaliter, ac deorsum mota, resistentiam patiuntur.

434. Fluidum hoc prout tellurem quoquoversus ambit, nuncupatur *atmosphaera terrestris*, hoc est vaporum sphaera (*a*); continet enim in se innumeras cujuscumque generis corporum tenuissimas molecullas, nempe vapores, vel exhalationes, quae ex terraqueo globo, solis praesertim actione sursum indesinenter avolant. Physici, observationibus innixi, definierunt atmosphaerae altitudinem (*b*) adaequare apud nos milliaria 50 circiter.

(*a*) ἄτομος corpusculum minutissimum, σφαῖρα *globus*.

(*b*) Cotes *Leçons de physique expérimentale*, Paris 1742. Halley, et De la Haire statuerunt altitudinem atmosphaerae esse 16 leucarum. *Mémoires de l'Ac. R. de Paris* 1713.

435. Particulas aeris minima vi inter se cohaerere, ejusque partes cuicumque impressioni facile cedere, quotidiana observatione constat; nullum enim sensibilem renixum offendimus dum huc, et illuc progredimur, dum aerem dividimus, illumque e loco pellimus: fluiditas igitur (246) convenit aeri. Haec autem proprietas adeo ingenita est aeri, ut nullo frigoris gradu, etiam arte parato, nulla diuturniori compressione unquam adigi potuerit ad soliditatis statum.

436. Aerem insipidum censebat Plinius (*c*); sed animadvertit Fourcroy (*d*) non esse aerem saporis expertem: ideo nullum deprehendimus in aere saporem, quia huic sensationi iam inde assueti sumus ab ipso nativitatis momento.

CAPUT II.

De praecipuis proprietatibus physicis aeris atmosphaerici, et de sono.

437. Inter praecipuas proprietates physicas aeris recensentur *gravitas*, et *elasticitas*.

438. Si fistulae angustum rostrum immittatur intra aquam, et sursum protrahatur embolus, aer

---

(*c*) L. XV. c. 27. *Hist. nat.*

(*d*) Leçons élément. d'*Histoire naturelle*, et de *Chimie* t. I, leç. V, Paris 1782.

exterius premit aquam, et ipsam cogit ad ascensum intra fistulam.

439. Opinabantur scholastici ideo aquam intra fistulas ascendere, quod natura *abhorreret a vacuo*; sed an. 1683 observatum fuit a Florentino olitore aquam elevari non posse ultra pedes parisienses 32.

440. Torricellius Galilaei discipulus (*e*) omnium primus sibi persuasit hujusmodi phaenomenon proficisci ab aliqua mechanica caussa, ad quam inquirendam adiecit animum. Tubum vitreum tres pedes circiter longum, cujus extremum alterum clausum erat, mercurio replevit: tubum inde ea ratione invertit, et perpendiculariter erexit, ut illius extremum apertum sisteret intra vas mercurio ferme plenum; atque observavit haerere mercurium intra tubum ad altitudinem 28 pollicum circiter: hinc inferre potuit, pondus aeris atmosphaerici adaequare pondus columnae mercurii, cujus altitudo sit 28 pollicum circiter, dummodo utraque columna basim habeat aequalem.

441. *Torricellianus tubus*, vulgo *barometrum* (*f*) dictus, magis magisque veritatem hanc comprobat. Quando enim sub campana pneumatica collocatur, et subducitur aer, mercurius descendit; sed immisso in campanam aere, iterum ascendit mercurius

---

(*e*) *Della restaurazione d'ogni filosofia* di Agatopisto Cromaziano t. II.

(*f*) A graecis vocibus βαρος, *gravitas*; et μετρον *mensura*.

intra tubum. Jam vero quoties barometrum a montis radicibus transfertur ad montis altitudines, cernimus in ascensu successive decrescere columnam mercurii, atque successive elevari, dum ad montis radices descendimus.

442. Ex mutationibus, quibus continuo subjacet columna mercurii in barometro, conjicere possumus varias altitudines ad quas mercurius ascendit, quamdam rationem habere cum ipsius atmosphaerae statu. Reapse fere semper serenum fit caelum, quando columna mercurii in barometro ascendit; in ejus vero depressione, vel pluvia, vel nix e caelo decidit, vel insurgunt venti: sed barometri indicia saepe nos fallunt, nihilque certi in hac re definiri potest (g); etenim atmosphaerae status, et immutationes, quae in ipsa contingunt, a variis causis pendent, quae adhuc nos latent.

443. Universim constituunt physici (h) deprimi mercurium intervallo unius lineae, si elevetur barometrum ad altitudinem septuaginta quinque pedum parisiensium supra parem libellam cum aequore maris: sed haec regula non semper est eadem; etenim pro vario atmosphaerae calore, aut frigore, rarescit, vel densatur mercurius; insuper aer proprio pondere comprimitur: hinc fit, ut in re-

(g) Musschenbroek *Introd. ad Phil. natural.* t. II. §. 372.

(h) Haüy *Traité élém. de Phys.* t. I. §. 414, Paris 1806: et Libes *Traité de Physique* t. II. §. 814, Paris 1813.

gione inferiore atmosphaerae densior sit aer, quam in superioribus atmosphaerae stratis (*i*).

444. Non solum mercurius, sed etiam liquida omnia ab aeris gravitate sustentantur intra tubos in ratione reciproca eorumdem specifici ponderis. Pascal an. 1646 observavit ascendere aquam ad altitudinem 32 pedum, quae fere decies, et quater major est altitudine ad quam ascendit mercurius, cujus specificum pondus est ad aquae pondus :: 14 : 1 circiter.

445. Aeris gravitas pluribus aliis argumentis demonstratur. Esto vas vitreum *ABCD* (tab. X. fig. 64.) utrinque apertum; cujus superiori parti alligata sit distenta suilla vesica, et superimponatur lanci machinae pneumaticae. Dum subducitur aer in vase contentus, cernimus vesicam, ob aeris exterioris pressionem, abire in concavam superficiem, deinde summo impetu, et fragore summo disrumpi. Campana vero vitrea ingentem hanc aeris pressionem ideo sustinet, quia efformata est fornicis instar, unde singulae ejus partes aliae alias suffulciunt.

446. Etiam duo aenea hemisphaeria *A*, *B* (tab. X. fig. 65.) intus cava, ab auctore suo Ottone Guerikio Magdeburgensi, *magdeburgica* dicta, prae oculis

(*i*) De ratione inveniendae altitudinis ope barometri, consuli poterunt De Luc *Essai sur les différentes modifications de l'atmosphère*; La Place *Traité de Mécanique céleste*; et Biot *Traité élément. d'Astronomie physique*.

ponunt, quam ingens sit aeris gravitas; quando enim mutuo superimponuntur, interposita inter utriusque labia coriacea zona *C C*, ut major habeatur in ipsis contactus, et ope cochleae *B* hemisphaeria aptantur machinae pneumaticae, atque subducitur aer intra eorumdem cavitatem contentus, tanta vi (tab. X. fig. 66.) invicem illa adhaerent, ut sustinere valeant pondus *P* 200 librarum, quin disjungantur.

447. Sed cur singularia pro aeris gravitate argumenta prosequor? Nonne vas aere plenum ponderosius est, quam aere vacuum? De aeris igitur elasticitate potius dicam.

448. Corpus elasticum dicimus illud, quod comprimitur, et cessante compressione, in pristinum statum se se restituit (154); hujusmodi esse aerem experimentis constat.

449. Vesica mollis aere semiplena, cujus collum firmiter fuerit alligatum, in sublimis montis verticem delata, intumescit; id sane oritur ex eo, quod ad montis pedem columna aeris incumbens vesicae majori pondere illam comprimit. Idem contingere observamus, quando vesica flacida, in qua modicus reseratur aer, supponitur campanae pneumaticae; dum enim e campana subducitur aer, cernimus vesicam adeo intumescere, ut elevare possit pondus viginti librarum, et ultra; nam sublato aere exterius premente, aer in vesica inclusus elasticitate sua se prodit.

450. Ipsamet aeris densatio (*k*) magis magisque comprobat elasticitatis vim, qua pollet aer. Expertus est Mariotte (*l*) imminui aeris volumen in ratione ponderis aerem comprimentis. Quemadmodum autem sublata compressione, constanter observamus aerem in pristinum volumen se se restituere, ita apertissime liquet, aerem elastica vi praeditum esse.

451. Ex folle lusorio, ex *sclopeto pneumatico*, ex fontibus pressionis ad incendia extinguenda utilissimis, tum etiam ex aliquibus fonticulis arte paratis, evincitur, majorem congeri, et comprimi posse aeris copiam intra idem receptaculum. Unum afferam exemplum.

452. Vasi aeneo satis amplo *ABCD* (tab. X. fig. 67.), aqua repleto usque ad altitudinem *AB* inseratur tubus *NO* utrinque apertus, qui extremo *O* distet duabus lineis a vasis fundo, et altero extremo desinente in cochleam, atque instructo epistomio *E* promineat e vase. Cochleae *N* aptetur *Syringia PQR* (tab. X. fig. 68.) cujus ope alius, atque alius aer congeri possit intra vas. Quum aer sit specifice levior aqua, ascendet ex inferiore tubi parte per

(*k*) Experientia innotescit aerem dilatari a calore, frigore vero densari. Admoveo igni vesicam, in qua modicus includatur aer, prout aer calescit, adeo dilatatur vesica, ut disrumpatur; quando vero vesicam ab igne removeo antequam disrumpatur, statim flacida illa fit.

(*l*) Oeuvres de M. Mariotte pag. 680, Leide 1717.

aquam, et densabitur supra ipsius aquae superficiem in *AB*. Si converso epistomio *E*, aditus aperiatur aquae, subito aer congestus in superiore parte vasis, tanta elasticitatis vi in aquam subjectam aget, ut sursum illam propellat fonticuli instar.

453. Quemadmodum fluiditas, ita elasticitas videtur ingenita aeri; nunquam enim aer a qualibet diuturna, et valida compressione potuit elasticitate privari (*m*). Ex fluiditate, et elasticitate aeris fit, ut nihil sentiamus incommodi ab ingenti aeris atmosphaerici pressione, quae comparari potest pressioni, quam supra nos exereret columna mercurii, alta pollices 28, et exaequans in base superficiem corporis nostri, nempe 14 pedes quadratos.

454. Hoc immane pondus adaequans 41664 libras nostrates, vel inscii sustinemus; 1.° quia aer inferior, ut caetera fluida (251), premitur, et premit quoquoversus aequaliter: 2.° quia aer in corporibus existens elasticitate sua *libratur* cum aere exteriore ipsius atmosphaerae.

455. Ipsa soni propagatio ab aeris elasticitate pendet. Sonus oritur ex motu tremulo, qui vel percussione, vel alio quolibet modo imprimitur moleculis alicujus corporis, et ab aere ad aures nostras defertur. Ut igitur corpus sonum edat, ela

(*m*) Roberval post an. 15, invenit aerem ab ipso clausum, nihil prorsus amisisse elasticitatis suae, *Hist. de l'Ac. de Paris* l. IV. sect. 6 c. 2.

sticum sit oportet; hinc instrumenta quae sonum dant, semper partibus elasticis constant.

456. Sonum ad aures nostras ab aere deferri ex eo evincitur, quod in vacuo Boyleano tintinnabula nullum sonum edant, quando ita collocantur supra lancem machinae pneumaticae, ut cum nullo corpore elastico communicent.

457. Sonus itaque percipi nequit, nisi tremulus motus excitatus in corporis moleculis urgeat particulas aeris, quae illud circumambiunt, et hae aeris particulae ab ipso corpore sonoro immediate compressae transmittant eumdem tremulum motum in alias proximas, et in subsequentes aeris particulas existentes inter corpus sonorum, et aures nostras.

458. Verum ubi sonus in obstaculum incidat, a quo aeris moleculae reflecti possint, tunc, uti in elasticis contingit (173), illae repercutientur, et sonus ad suae originis, seu principii locum ea ratione regredietur, ut distingui possit a sono primario, nimirum habebitur *echo*.

459. Ad percipiendum *echo*, obstaculum a quo reflectitur sonus, tanto intervallo distare debet ab origine soni, quantum est spatium, quod intra unam decimam partem minuti secundi percurrit sonus, tum eundo, tum redeundo. Sed quolibet minuto secundo, sonus percurrit 173 exapedas (*n*);

(*n*) *Mémoire de l'Ac. R. de Paris* an. 1738 pag. 228 et seq.

ergo spatium intra decimam partem unius minuti secundi a sono percursum est 104 pedum circiter, cujus dimidium est 52. Quamobrem ut vox reflexa audiri possit, obstaculum vocem reflectens distet oportet pedes 52 ab origine vocis primariae, qua in distantia ultimam tantum syllabam echo reddet; si vero emissa vox distet 164 pedes a corpore vocis sonum reflectente, tunc duae postremae syllabae ita ab obice reflectentur, ut distincte aures nostras percellant, et sic deinceps (o).

CAPUT III.

De aeris necessitate ad vitam, vegetationem, et combustionem.

460. Animalia *sanguinis calidi*, quorum scilicet temperies superat temperiem atmosphaerae, in vacuo post aliquot minuta occumbunt: animalia vero, quorum temperies vel atmosphaerae temperiem adaequat, vel paullisper superat, diutius vivunt in vacuo, et eorum aliqua nonnisi post aliquot dies pereunt.

461. Sic aves, feles, mures, et alia hujus generis animantia sub vitro pneumatico inclusa, quum

(o) Corti refert echo Wdstodocensim in Anglia, septendecim syllabas die, nocte vero viginti distincte repetere. *Institut. physicae* t. II, pag. 306. Mutinae 1770.

primum aer subducitur, aerem ad inspirandum anhelando quaerunt, convulsionibus agitantur, faeces ejiciunt, intumescunt, in latus delabuntur, ad extrema postmodum rediguntur: cessante enim pressione aeris exterioris, dilatatur aer, qui intra animantium vascula, fibras, et sanguinem existit, et se se dilatando fibras rumpit. Reapse in animantibus fere omnibus, quae in vacuo pereunt, varia disrupta vascula deprehenduntur.

462. Etiam pisces in vacuo intereunt; sed ranae valde turgescunt, et nonnisi post aliquot dies moriuntur.

463. In aere quoque non renovato pereunt animalia; a respiratione enim vitiatur aer. Hinc ratio patet, ut observat Musschenbroek (*p*), cur captivi exiguis, et angustis carceribus inclusi angantur, morbisque saepe corripiantur, nec diu vitam protrahere possint (*q*).

464. Quoad vegetabilia, nos docet Hales (*r*), nutritionem, incrementum, et vitam tum in plantis, tum in herbis actioni aeris subjici. Experimenta porro apertissime demonstrant plantas vacuo Boyleano subjectas, cito arescere, nec amplius confir-

---

(*p*) *Tentamina exper. natur. Acad. del Cimento*, pag. 118. Viennae 1756.

(*q*) Videl. *Traité des moyens de désinfecter l'air*, de L. B. Guyton-Morveau. Paris 1802.

(*r*) *Statica veget.* c. 6.

mari, quamvis inde exponantur aeri libero; innumerae enim latitant aeris particulae in plantis intermixtae succo nutritio, quae cum amplius non comprimantur ab aere exteriore, se se expandere debent; hinc fortasse fit, ut vel succi nutritii cursus pervertatur, vel etiam plantarum fibrae disrumpantur.

465. Flamma sub vitro pneumatico post secundam, vel tertiam emboli agitationem extinguitur. Sed extinguitur etiam in vase undique clauso, et aer qui in vase inde remanet, est ad respirandum ineptus.

466. Sed neque in vase aperto diu ardescit flamma, nisi alius, atque alius aer continuo permeet e parte inferiori vasis, et exitum habeat per apertam superiorem vasis partem; tunc enim semper in vase renovabitur aer; ideoque minime extinguetur flamma.

CAPUT IV.

De praecipuis fluidis aereis detectis a recentioribus, et de aeris atmosphaerici compositione.

467. Opinati sunt olim Physici aerem atmosphaericum esse in natura unicum fluidum elasticum, quod nec a frigoris actione, nec a compressionis vi adigi possit ad soliditatis statum; verum experti sunt recentiores Chymici plurima extricari e variis substantiis *elastica fluida permanentia*, quae scilicet

in statu fluiditatis constanter permanent, et ab ipsis dicta sunt *gas* (*s*), ut distinguerentur tum ab aere atmosphaerico, tum etiam a caeteris fluidis elasticis *non permanentibus*, ceu sunt vapores, qui caloris actione evolvuntur ab aqua, ab alcohol, ab aetere, aliisque similibus, sed in pristinum statum se se restituunt, ubi iterum eorumdem temperies imminuatur.

468. Quum theoria de gas ad Chemiam spectet, ea tantum attingam, quae ad aeris atmosphaerici, et aquae naturam definiendam potissimum conferunt; hujusmodi sunt *oxigenium*, *azoticum*, *carbonicum*, et *hydrogenium*.

469. Priestley omnium primus detexit anno 1774 *gas oxigenium*, quod appellare consueverat aerem *dephlogisticatum* (*t*); ab aliis cum Scheele (*u*), dictum fuit aer *ignis*; ab aliis aer *vitalis*, vel aer *purus*, vel etiam aer *eminenter respirabilis*; a recentioribus vero appellatur cum Lavoisier (*v*) *gas oxigenium* (*x*). Extrahitur ope ignis vehementis ex

---

(*s*) Lavoisier ... *Trattato element. di chim.*, *recato dalla francese nell' italiana favella* da Vincenzo Dandolo, T. 1. pag. 61, Venezia 1792.

(*t*) *Expériences, et observations sur différentes espèces d'air*, trad. par Gibellini. T. II. pag. 41. Paris, 1777.

(*u*) *Traité de l'air, et du feu*, trad. par M.r le Baron de Diétrich. Paris 1781.

(*v*) *Trattato elem. di chimica*. T. 1. pag. 106. Venezia 1792.

(*x*) Acidorum generator ab ὀξύς *acidum*, et γενετὴρ *generator*.

oxidis rubris hydrargiri, ex nitro (*y*); (ex *oxida magnesii nigro*, alisque substantiis (*z*). Ejus specificum pondus (*a*) est ad pondus aeris atmosphaerici : : 1, 1 11 : 1.

470. Gas oxigenium animalium respirationi, et corporum combustioni maxime inservit. Animalia in hoc aere inclusa, alacriora videntur, et diutius vivunt quam in atmosphaerico; hinc, ut animadvertit Davy (*b*), appellari solet *aer vitalis*; ideo autem a Scheele *aer ignis* dicitur, quia corpora combustioni apta, citissime in oxigenio comburuntur, vividiore, et scintillante igne : metallum ipsum in hoc aere incenditur, et lucet (*c*), uti candela in aere atmospaerico.

471. *Gas azoticum* ita dictum, quia vitam adimit (*d*), *nitrogenum* appellari etiam solet a recen-

---

(*y*) Thénard ... *Traité de chimie*. T. 1. pag. 127. Paris 1818, et Bouvicino *Elementi di chimica farmaceutica*. Part. 1. pag. 59, et 60. Torino an. XII.

(*z*) Ex vegetabilibus plurimum oxigenii evolvitur. Senébier *Mémoires physico-chimiques sur l'influence de la lumière solaire*. Genève 1782. T. 3. ... *Recherches sur l'influence de la lumière solaire*. Genève 1783. ; et *Expériences sur l'action de la lumière solaire*. Genève 1788. ... Ingen-Housz *Expériences sur les végétaux*. Paris 1780.

(*a*) Thomson, t. 1. pag. 212.

(*b*) *Elémens de philosoph. chimiq.*, traduit de l'anglais par Van Mons. T. 1. pag. 373. Paris 1813.

(*c*) Ingen-Housz ... *Nouvelles expériences, et observations sur divers objets de Physique*. Pag. 400, et seq. Paris 1785.

(*d*) A *privationem* significat, et ζωή *vitam*.

tioribus (*e*), et detectum fuit an. 1772 a Rutherford Botanices Professore in Academia Edenburgensi (*f*). Si intra vitreum vas aere atmosphaerico plenum immittatur frustulum *phosphori kunkeliani*, et exponatur vas temperiei 15 graduum thermometri Reaumur, phosphorus intervallo unius diei aerem vitalem absorbet ex aere atmosphaerico, et aer in vase residuus erit gas azoticum.

472. Gas azoticum omnino purum habebitur si, ut nos edocet Bertolleth, immittatur frustulum carnis muscularis intra *acidum nitricum* aqua dilutum, et supponatur actioni caloris 32 circiter graduum; statim enim evolvetur gas azoticum, quod colligi facile poterit (*h*).

473. Animalia in hoc aere cito occumbunt, et candelae flamma intra hoc fluidum mersa subito extinguitur; ejusque specificum pondus est ad specificum aeris atmosphaerici pondus : : 0, 9722 : 1 (*i*).

474. *Aer fixus*, qui a Bergman (*k*) dicitur *acidum aereum*, ab aliis *mephiticum*, a recentioribus appellatur *acidum carbonicum*, vel *gas carbonicum*. Extrahitur e terra calcaria, e marmore, et

(*e*) *Elémens de chimie expér.* par William Henry, T. 1. pag. 161.
(*f*) Thomson, t. 1. pag. 240.
(*g*) Chaptal ... *Elémens de chimie*, T. 1. pag. 124. Montpellier 1790.
(*h*) Bonvicino ... *Elementi di chimico-farmaceutica*, par. 1. pag. 74. Torino an. XII.
(*i*) Thomson, T. 1. pag. 241.
(*k*) *Opuscules physiques, et chimiques*, T. 1. pag. 3. Dijon 1780.

aliis hujus generis substantiis cpe acidi sulphurici aqua diluti, ejusque specificum pondus comparatum cum pondere specifico aeris atmosphaerici, est : 1, 527 : 1 (l).

475. In hoc fluido animalia statim intereunt, et flamma candelae illico extinguitur. Experimentis autem colligimus hujus aeris naturam non differre a fluido, quod sub aeris forma extricatur ex inflammatione carbonis; et proprietates omnes, quae acidis communes sunt, etiam aeri fixo competunt.

476. Plurimum hujus fluidi evolvitur e telluris visceribus, potissimum in regionibus vulcanicis; quumque specifice gravius sit atmosphaerico, cum quo difficillime consociatur, quandoque alicubi efficitur stratum satis altum hujus aeris, in quo animalia subito pereunt. *Antrum canis* prope Neapolim hujus phaenomeni exemplum nobis suppeditat.

477. Jam ab initio saeculi decimi septimi detectum fuerat *hydrogenium*; sed Cawendisk omnium primus an. 1777 ad illud expendendum adjunxit animum (m). Ex eo quod autem facile inflammari soleat, nuncupabatur a veteribus *aer inflammabilis*, a recentioribus vero *gas hydrogenium* (n) nominatur, nempe *aquam generans*; *analysi* enim, et

(l) Thomson, T. 1. pag. 271.

(m) Thénard... *Traité de chimie*, T. 1. pag. 145. Paris 1717.

(n) Ab ὕδωρ *aqua*, et γενετήρ *generator*.

synthesi constat, ex combustione oxigenii cum hydrogenio mixti aquam gigni.

478. Gas hydrogenium est omnium levissimum, ejus enim specificum pondus se habet ad illud aeris atmosphaerici :: 0,0694 : 1 *(o)*. Facile autem obtinetur, infundendo intra scobem ferri, vel zinci oleum vitrioli dilutum cum aqua, cujus pondus sit ad olei pondus :: 8 : 1. Producitur etiam ex aqueis vaporibus per candescentem ferream fistulam transeuntibus. Gas hydrogenium saepe invenitur in locis paludosis, in fodinis, in animalium intestinis, in sepulcretis, et universim in locis in quibus vegetabilia, atque animalia putrescunt.

479. Hydrogenium inflammari nequit, nisi commisceatur aeri atmosphaerico, vel in hujus amplo contactu existat. Celeberrimus Comes Volta expertus est *(p)*, maxima cum explosione inflammari hydrogenium ab ardenti pruna, a candente metallo, a flamma, a tenui electrica scintilla, quando illud miscetur cum duabus aeris atmosphaerici partibus, et vehementiorem fieri explosionem, si duae partes hydrogenii misceantur cum una oxigenii.

480. Hydrogenium respirationi nullo modo inservit; cernimus enim animalia in hoc aere inclusa

---

(o) Thomson, t. 1. pag. 257.

(p) *Opere del Cav., e Conte Volta*, t. III. pag. 133, e seg. Firenze 1816.

vehementibus convulsionibus conflictari, et brevi vitam amittere.

481. Ex nova theoria de gas apertissime evincitur erroneam esse veterum opinionem, qui inter elementa recensebant aerem atmosphaericum; ex *analysi* enim, et *synthesi*, colligimus constare aerem ex gas oxigenio, et azotico.

482. Veritatem hanc primus omnium demonstravit Lavoisier an. 1776, atque definivit 27 oxigenii partes, cum 73 partibus azotici *(q)* conficere 100 partes aeris atmosphaerici; sed accuratioribus innixi experimentis statuerunt recentiores centum aeris atmosphaerici partes componi ex 21 parte oxigenii, et 79 azotici *(r)*.

483. Profecto solum oxigenium ad animantium vitam servandam inservit; quemadmodum autem ejus actio plurimum irritaret pulmonum organa, quae nimio calore afficerentur; ita diu in hoc fluido respirare animal non posset *(s)*; azoticum autem oxigenio consociatum, hujus calorem temperat, et animal incolume servat ab omni jactura, cui obnoxium esset, si in solo oxigenio interspiraret.

484. Ex recentiorum inventis circa gas plurima

(*q*) *Trattato element. di chimica*, recato dalla francese nell'italiana favella da Vincenzo Dandolo T. 1. pag. 91. Venezia 1792.

(*r*) Thénard T. 1. pag. 230. ... Davy *Elémens de phil. chimiq.*, trad. de l'anglais par Van Mons T. 1. pag. 376. Paris 1813.

(*s*) Thénard T. 1. pag. 130.

commoda proflunnt: inter haec potissimum recensentur non modo diversae aquae minerales, quae parari possunt ex aquae naturalis cum diversis gas consociatione (*t*); sed etiam perfacilis metallorum fusio: platina (*u*) enim inter caetera metalla fusioni resistit, sed uno ferme instanti liquescit, ubi flamma ab oxigenio excita in illam immittatur (*v*): nec demum silentio praeteribo lucem omnino vividam, quam ex combustione hydrogenii *carburati* (*x*) consequimur, ut cubicula, theatra, et urbes noctu illuminentur.

(*t*) Thénard ... *Traité de chim.* T. iv. pag. 173.

(*u*) In rebus chemicis utimur latinis vocibus, quae extant in libro, cujus titulus *Dictionnaire pour la nouvelle nomenclature chimique.* Paris 1787.

(*v*) Vide Lavoisier *Experimenta in commentariis R. Acad. Paris. ad an.* 1782, pag. 476, et 1783, pag. 57.

(*x*) *Traité pratique, d'éclairage par le gaz enflammable,* trad. de l'anglais. Paris 1816.

INSTITUTIO VIII.

De aqua.

CAPUT I.

De aquae natura.

485. Ex hydrogenio combusto plures aquae guttas inhaerere vasi, in quo inflammabatur gas, jam ab anno 1776 observaverat Macquer *(a)*, sed inde Cawendisk, Lavoisier *(b)*, aliique plures experti sunt ex combustione oxigenii cum hydrogenio aquam oriri.

486. Aquam ipsam in oxigenium, et hydrogenium decomponi experimentis innotescit. Dum per candescentem fistulam permeat aequa, et in vapores abit, haec statim decomponitur: oxigenium consociatur ferro, cum quo majorem affinitatem habet, et hydrogenium omnino purum (478) praeterfluit per fistulam. (6). Ponderis incrementum in fistula ferrea, et pondus hydrogenii collecti exacte respondent ponderi aquae in experiendo consumtae.

(a) Dictionnaire de Macquer art. *Gaz inflammable.*
(b) Thénard *Traité de chimie* T. 1. pag. 522. 523.

487. Apparatu pilae Voltae facilius aquae decompositionem assequimur (642). Sunto duo ex platina, vel auro fila, quorum alterum extremitate sua communicet cum polo positivo pilae, et alterum cum negativo: superimponantur hisce filis duo vitrei tubi, aqua distillatione expurgata repleti; ita tamen ut fila inter se aliquantisper distent, et alte ascendant intra cavitatem tubi. Observabimus statim bullulas insurgere circa extremitatem utriusque fili; copiosiores vero illas fieri circa filum cum polo negativo communicans; videbimus inde sensim imminui aquam in utroque tubo, sed aquae diminutio in tubo communicante cum polo negativo dupla semper erit diminutione, quae eodem tempore fit in aqua contenta in tubo, qui cum polo positivo communicat. Ubi instituatur analysis in aere tubis contento, inveniemus existere hydrogenium in tubo communicante cum polo negativo; oxigenium vero in altero tubo communicante cum polo positivo.

488. Synthesi igitur, et analysi liquet non esse inter elementa recensendam aquam, uti opinabantur veteres, sed ipsam duplici constare gas *oxigenio* scilicet, et *hydrogenio*.

489. Lavoisier definivit *(c)* partes 85 oxigenii, et 15 hydrogenii conficere 100 aquae partes: sed

---

(c) Trattato elem. di chimica T. I. pag. 152. Venezia 1792.

eques Davy *(d)* expertus est ab hydrogenio, et oxigenio simul combustis aquam effici, si illius volumen fuerit ad volumen alterius uti 2 : 1.

490. Sed pondus specificum oxigenii (469) est 1, 111, et pondus hydrogenii diximus (478) esse 0,0694, adeo ut oxigenii pondus sedecies superet pondus hydrogenii; hinc physici universim statuunt partes 11, 71 hydrogenii in pondere, cum 88, 29 oxigenii efficere centum aquae partes.

CAPUT II.

De vario statu, sub quo nobis aqua se prodit.

491. Etsi aqua plerumque fluida sit, tamen pro vario *aggregationis* statu, cui in quibusdam adjunctis illius moleculae subjacent, modo soliditatis formam recipit, modo aeris speciem induit.

492. Aqua in fluiditatis statu est liquor oculis conspicuus, pellucidus, coloris, odoris, et saporis expers, qui caloris actione evaporat.

493. Aquae fluiditatem oriri a calorico, fatentur recentiores omnes *(e)*; verum quando amittit aqua eam caloris dosim, a qua ejus fluiditas pendet,

---

(d) Élémens de philos. chimiq. traduits par Van Mons. Vol. 1. pag. 78.

(e) Brisson *traité élém. de physiq.* T. II. §. 1043. Paris an. VIII.

tunc densatur in glaciem; quod contingit, ubi mercurius in thermometro Reaumur descendit ad gradum o.

494. Dum aqua in vase contenta in glaciem vertitur, et congelatio sensim fit, cernimus oriri in aquae superficie exiguas acus, seu stamina triangularia, quorum extremae partes, veluti in ramulos desinunt, et prout numerus staminum major evadit, alia inseruntur aliis, et unicam glaciatam superficiem constituunt. Qua in re illud animadvertendum, se se stamina componere, et invicem conjungi sub angulis 60, vel 120 graduum *(f)*. Reapse glacies, quae hiberno tempore velut in ramulos distributa inhaeret vitris, muris, et plantis, constanter nobis repraesentat prismata exagonia desinentia in aciem. Ipsa nix non raro decidit sub forma stellulae a sex radiis circumscriptae, et exagonum regulare *(g)* imitatur. Hinc nivis figuram tribuit Beccaria *(h)* electricitatis actioni.

495. Quando rigide hiemat, glacies adeo dura, et solida fit, ut violentioribus conatibus resistat. Cum anno 1740 saeviret hiems, refert Mairan *(i)* erectam fuisse Petropoli aedem plane regalem, in

---

(f) Haüy *Traité élém. de phys.* T. I. §. 356.

(g) Marta *Geom. elem.* L. 1. def. XIV. pag. 137.

(h) *Elettricismo atmosferico* lettera XV, §. 402. Edizione seconda. Bologna 1708.

(i) *Dissertation sur la glace*, second. part. sec. 3. chap. 3.

cujus vestibulo reposita fuerant sex *tormenta*, et duo *mortaria* bellica similiter ex glacie constructa. Immissis intra tormenta tribus libris pulveris nitrati, tanta vi unumquodque tormentum explosit globum ferreum sex librarum in pondere, ut hic trajicere potuerit ad distantiam 60 passuum tabulam ligneam, cujus spissitudo erat duorum pollicum, quin ex vehementi explosione apparuerit in *tormentis* jactura.

496. Glacies aeri libero exposita durior fit, prout vehementius hiemat. Etiam arte adaugeri potest frigus in glacie, si ipsi immisceantur acida, vel salia: idque potissimum consequimur, quando tribus partibus glaciei, vel nivis, miscentur quatuor partes *potassae* (k).

497. Populi, qui orientales Indias incolunt, aquam ad evaporationem adducunt, ut frigescat (l). Hoc loco celebre commemorabo Leslie experimentum. Vitreum vasculum, in quo contineatur aqua collocetur sub campana pneumatica, et illi supponatur alterum vitreum vas acido sulphurico ferme plenum. Ad singulas *exantlationes* videbimus elevari vapores ex aquae superficie, qui illico a supposito acido absorpti remanebunt, et facto vacuo, aqua densam, et duram glaciem exhibebit (m).

(k) *Élémens de chimie expérimentale* par M. Willam Henry traduit de l'anglais. T. II. pag. 575. Paris 1812.

(l) Biot *Traité de physiq. expérimentale*, et *mathématiq.* T. 1. pag. 331.

(m) Acido sulphurico substitui possunt salia *deliquescentia*, ceu

498. Aqua in glaciem conversa semper excrescit in volumine *(n)*. Hinc glacies utpote specifice levior innatat super aquam, ejusque specificum pondus *(o)* comparatum ad specificum pondus aquae, in temperie 12° thermometri Reaumur est : : 0,92 : 1.

499. Glaciei expansio eam vim habet, ut juxta Musschenbroek *(p)* sustollere possit pondus 27720 librarum. Nil mirum itaque, si dum saevit hiems, vasa ex terra, vitro, lapide, et metallo disrumpantur; si arbores cum crepitu scindantur.

500. Florentini Philosophi observarunt conscissam ab aqua in glaciem conversa aeneam sphaeram, cujus spissitas erat $\frac{67}{100}$ pollicis; et Huyghens *(q)* inspexit confractum tormentum bellicum, quod aqua plenum, et exacte clausum rigenti frigori per horas sex expositum fuit.

501. Hoc voluminis incrementum tribuunt plurimi *(r)* aeri expulso e poris, dum aqueae molecu-

---

hydro-cloras calcareus, vel *nitras calcareus* in minutas partes redactus. Leslie, nuperrime consecutus est glaciem supponendo aquae *basaltem phorphyricum* in pulverem resolutum, et in clibano exsiccatum. *Annales de chimie*, *et de physique* T. IV. pag. 443.

(n) Existimavit Galilaeus glaciem esse aquam rarefactam. *Opere di Galileo Galilei.* T. 1. pag. 225. Firenze 1718.

(o) Thomson *Système de chimie.* T. 91. pag. 94.

(p) *Tentamina experimen. nat.* Pag. 135. Viennae 1756.

(q) Du Hamel. *Histor. Acad. R.* Lib. 1. Sec. 2. c. 1.

(r) Brisson *Traité élém. de phys.* T. II. §. 1076.

lae in glaciem vertuntur, et ad majorem viciniam accedunt. Quum enim superior aquae superficies primum congelascere soleat, et per ipsam permeare nequeant aeris particulae e poris exclusae; ideo censent circumpositam aquam ab hisce particulis urgeri, quarum aliae aliis consociantur, et in bullulas majores coeunt: ex quo fit, ut adaugeatur aquae volumen, ubi haec in glaciem vertitur.

502. Quemadmodum autem aqua proprio aere orbata, et in glaciem conversa etiam nanciscitur majus volumen (s); ideo alii opinantur hujusmodi phaenomenon potissimum oriri a nova dispositione, et ab ordine, quem obtinent liquidi moleculae, dum affinitate sua se mutuo attrahunt, et una consociantur.

503. Mairan (t) hoc voluminis incrementum adscribendum esse censet motui modo magis, modo minus celeri, a quo agitantur moleculae aqueae, dum invicem consociantur. Hae partes se se discussatim disponendo, et aliae in alias mutuo agendo, ad perfectum contactum accedere nequeunt: hinc fit ut in glaciei conformatione nova oriatur partium dispositio, et nova intercapedinum figura, atque amplitudo; quamobrem aqua in majus volumen excrescat oportet, quando in glaciem cogitur.

(s) *Transact. philosoph.* an. 1671. num. 72. pag. 2169.
(t) Haüy *Traité elém. de physiq.* T. 1. §. 372.

504. Non modo frigoris actione, verum etiam calore augetur aquae volumen; quando enim aqua in vase contenta subditis ignibus effervescit, et a gradu congelationis ad gradum ebullitionis proxime accedit, illius volumen fit 0,0466 majus *(u)*, bullulas inde emittit, ac tandem ebullit.

505. Prout diversum est atmosphaerae pondus, diversus quoque requiritur caloris gradus, ut aqua adigatur ad ebullitionem; hinc constanter experimur aquam magis incalescere in valle, quam in montis jugo.

506. Cassini de Thuri *(v)*, adhibito thermometro Reaumur, observavit calorem aquae ebullientis ad maris litus excedere gradibus novem calorem aquae ebullientis in summitate montis *Canigou*, cujus vertex elevatur supra libellam maris ad altitudinem 1442 exapedarum *(x)*. Apud nos cum pressio media atmosphaerae sustineat mercurium in barometro ad altitudinem pol. 27,1/2; thermometrum Reaumur in aqua ebulliente mersum ascendit ad gradus 80; prout enim major aut minor est atmosphaerae pressio in aquam subjectam, magis vel minus illa incalescit *(y)*.

(u) Biot *Traité de phys. expér.* T. 1. pag. 232.

(v) *Histoire de l'Acad. R. de Paris* an. 1740. p. 131. et De Luc *Recherches sur la modification de l'atmosphère* T. 1. p. 281. §. 318.

(x) Encyclopédie méthodique art. *Canigou.*

(y) Vide apud De Luc *Recherches sur les modifications de l'atmosphère* T. IV. Paris 1784. *Tabulas observationum in calorem aquae ebullientis.*

507. Hinc ratio patet, cur aqua in vacuo Boyleano ad ebullitionem adigatur a minori caloris gradu. Contra si quoquoversus ab aliqua invincibili pressione coerceatur aqua, ad maximum caloris gradum adducetur antequam ad ebullitionem veniat.

508. Hujus rei argumentum nobis suppeditat *digestor Papinianus*; nimirum vas cupreum, et valde robustum a Papino excogitatum ad jusculum ex ossibus eliciendum (z). In hujusmodi vas immittantur ossa, ebur, testudinum squamae, una cum aqua, ut tres circiter vasis partes impleantur; tum robusto operculo similiter ex cupro, ope cochleae firmissime occludatur vas, et ardentibus carbonibus superponatur. Statim intus efformantur innumeri vapores, qui maximam acquirentes elasticam vim, nituntur se se expandere; sed aequali vi parietes vasis reflectunt vapores in aquae superficiem, quae eum calorem concipit, ut facile ossa, caeteraque inclusa corpora brevi emolliantur.

509. Dum aqua in vase aperto ebullit, majorem caloris gradum non acquirit, etsi diu, et majori aestu ebulliat; reliquum enim caloricum consociatur vaporibus, qui affluenter elevantur ex effervescente aqua; hinc mercurius in thermometro Reaumur

---

aquae ebullientis; et in T. I. plurics laudati Thomson *tabulam invenies, quae constituit punctum ebullitionis plurium liquorum.*

(z) *Dissertation* de Denys Papin *sur une machine propre à amollir les os pour en faire du bouillon*, Paris 1682.

constanter stationalis est in gradu 80, quamvis aqua efferveat, et diutissme in illa mersum retineatur thermometrum.

510. Profecto quum aqua in vase vitreo inclusa apponitur igni, prout aquae temperies augetur, et est ad ebulliendum quam proxima, cernimus aquae moleculas proximiores vasis fundo abire in elasticum fluidum *(a)*; quae veluti totidem aeris bullulae sursum celerrime elevantur intra aquam, et dum aliae aliis continenter succeduut, illam vehementer agitant, commovent, et tunc *aquam ebullire* dicimus.

511. Ex interpositione calorici cum aquae moleculis, quae vapores efficiunt, fit ut illae aeris formam induant, et quam maxime earumdem volumen augeatur; etenim, ut expertus est Wats, aqua in statu vaporis occupat spatium 1000 circiter maius spatio *(b)*, quod occupare solet in suo fluiditatis statu. Ubi vero vapores vehementi exponantur igni *(c)*, eorumdem volumen magis magisque augebitur, adeo ut fieri possit 14000 *(d)* majus vo-

---

(a) Thomson *Systhéme de chimie* T. 1. pag. 3. Paris 1818.

(b) William Henry *Élém. de chimie expér.* T. 1. pag. 121. .... Paris 1812.

(c) Tradit Biot *Traité de physiq. expér.* et *math.* T. 1. pag. 531. *Tabulam vis elasticae vaporum pro quolibet gradu thermometri centigradi usque ad gradum* 130.

(d) Brisson *Traité elément. de physiq.* T. II. §. 1065. Paris an. VIII

lumine aquae in vapores resolutae; ut hoc immane voluminis incrementum facile constet, abs re non erit argumentum ab experientia deducere.

512. Immittatur gutta aquae in vitreum tubum desinentem in sphaeram, et hujus diameter sit ad diametrum aquae in illam immissae : : 24 : 1. soliditates utriusque sphaerae erunt inter se : : 13824 : 1. Jam vero gutta aquae in vapores ab igne resoluta, non solum totum aerem expellit, sed tanto volumine intumescit, ut vitream sphaeram impleat; immissa enim extremitate tubi in aquam, prout vapor frigore correptus densatur, cernimus ab aeris exterioris pressione *(e)* ascendere intra tubum aquam, quae brevi sphaeram implet: igitur aquae gutta in vaporem resoluta totam sphaeram vitream replevit, et volumen acquisivit 14000 vicibus circiter majus.

513. Ubi vapores quoquomodo coerceantur, eam elasticitatis vim a calore consequentur, quae adaequabit incrementum voluminis, quod illi nancisce-rentur, si remotis obstaculis, se se libere expandere possent. Hinc facile intelligitur cur maxima, et pene incredibili vi polleant vapores in pervincendis validioribus resistentiis, quibus illos quandoque comprimere, et coarctare nitimur.

(e) Idem. §. 1066.

514. Hujus ingentis vis exempla nobis suppeditant machinae, quarum emboli a vapore elevantur, et aqua ad satis magnam altitudinem impellitur (*f*). Machina in suburbio Parisiensi *Chaillot* dicto a Wats excogitata (*g*) ob oculos ponit tantam inesse vim vaporibus, ut elevare ipsi possint *anilliae* embolum, etsi ejus diameter sit quinque pedum, et aeris columna superincumbens embolo adaequet pondus 50000 librarum, et ultra. Ex actis vero Academiae Parisiensis (*h*) colligimus, aquam in vapores resolutam tanta expansionis vi pollere, ut ejus effecta longe superent illa, quae in explosione pulveris nitrati contingunt. Idem testantur transactiones Anglicanae (*i*). *

(*f*) *Histoire de l'Acad. R. de Paris* an. 1705. Désaguliers *Cours de physiq. expér. traduit par Pezenas* T. II. P. 544, et seq. Paris 1751. Biot. T. IV. pag. 731, et seq.

(*g*) Brisson ibidem §. 1067.

(*h*) *Hist. de l'Acad. R.* an. 1707.

(*i*) N. 454. pag. 162.

* Triste fatum, quod die 4 junii 1819 in hac Regia urbe contigit, ob oculos ponit, quanta sit expansionis vis ex liquorum vaporibus. Quum gummis in *alcohol* solutis perpoliri soleant suppellectiles ex ligno constructae, quidam faber cupreum vas hisce substantiis semiplenum, cujus orificium clausum erat, candentibus carbonibus apposuit. Vas a vaporibus alcohol brevi diffractum fuit, ejusque partes hinc inde disiectae ita graviter vulnerarunt artificem, ut paullo post misere e vita decesserit. Ex diffracto vase tanto fragore obstrepuerunt aures, ut ne sexdecim quidem librae pulveris nitrati aequalem ederent in explosione crepitum. Ampla domus a summo ad imum vehementer concussa fuit; plures aliae huic proximae

CAPUT III.

De origine aquae, et de variis aquae speciebus.

515. Quotidiana observatione constat, aquam vel ex atmosphaera in tellurem descendere, ut contingit, quum pluit, ningit, grandinat, etc., vel e sinu telluris prosilire, et fontes efficere, a quibus originem ducunt rivi, et flumina, quorum aquae ad mare confluunt.

516. Ad aquam pluviae, nivis, grandinis, etc. quod spectat, ratio ipsa nobis suadet illam repetendam esse ab evaporatione, cui continenter subjacent flumina, lacus, et maria. Profecto universa tellus quoquoversus obrueretur undis, nisi dispergeretur pars aquae continue in maris alveum confluentis *(k)*.

517. Reapse aqua seu in fluiditatis, seu in soliditatis statu *(l)* sit, constanter evaporat, et in vapores resoluta innatat in aere, donec vel ob immi-

---

contremuerunt, et vitra apposita, fenestris fortuito apertis, in exigua fragmenta abiere disrupta.

(k) Huc pertinere videtur sacri Scriptoris sententia .... *Omnia flumina intrant in mare, et mare non redundat; ad locum unde exeunt flumina revertuntur, ut iterum fluant.* Ecclesiast. c. 1. v. 7.

(l) Biot. ... *Traité de physiq. exper. et mathém.* T. 1. pag. 316, et p. 326.

nutam atmosphaerae temperiem, vel ob minorem aeris pressionem vapores iterum densentur in aquam. Haec in tellurem decidens, et per innumeros ejus meatus penetrans, congeritur in receptaculis a natura paratis; indeque, facta sibi via, erumpit aqua, et fontes efficit. Hinc fontes non e cacumine, sed semper e lateribus, aut ex radicibus montium exilire videntur.

518. Quod fontium origo adscribenda sit aquae ex atmosphaera deciduae, apertissime colligitur ex fontibus, et fluviis intumescentibus cum pluviae crebrae sunt, ingensque nivium copia in iis, qui circumstant, montibus dissolvitur. Contra vero sensim minuitur fontium aqua, aut etiam omnino deficit, si exigua supra montes nivium copia cecederit, et rarae fuerint pluviae, diuturnaque contigerit siccitas, uti fuit apud nos anno 1817.

519. Solam pluviae, et nivis copiam abunde ad efficiendos, nutriendosque fontes, et fluvios sufficere, inito calculo demonstravit Halley (*m*); idem praestitit Mariotte (*n*), qui deprehendit longe majorem esse aquae copiam, quae singulis annis in locis Sequanae circumpositis e caelo decidit, quam quae eodem tempore ex ipso amni ad mare fluit. Huc accedit plurimum hydrogenii, et oxige-

(*m*) *Transact. Philosoph.* an. 1687. n. 189. p. 366.

(*n*) *Discours II. sur l'origine des fontaines.* p. 333., et seq. Leyde 1717.

nii elevari in atmosphaeram; ex quibus fluidis electricitatis actione combustis, nova aquae copia (507) emergit; quae peculiari supremi naturae auctoris beneficio implet aquae defectum, quam animantia, et vegetabilia absorbent.

520. Aqua vigent arbores, et plantae, atque ab ejus vi dissolvente mirum in modum adjuvatur in stomacho ciborum concoctio; hinc ubi sincera sit aqua, saluberrimum suppeditat animantibus potum. Sincera, et purior habeatur, si fuerit pellucida, limpida, absque ullo colore, sapore, odore, si saponem venetum omnino dissolvat (*o*).

521. Sicuti vero maxima inest aquae vis in dissolvendis corporibus fere omnibus; ideo non raro evenit, ut aqua sit omnino limpida, et odoris expers, sed interim heterogeneis substantiis affluat, quae adeo consociantur moleculis aquae, ut sola reagentium actione dignosci possit illarum praesentia, atque natura. Sic infusis in aquam aliquot guttis ex solutione argenti in acido nitrico, illa lactis colorem induet, ubi commixta secum habeat salia. Si vero gallarum diluto in aquam effuso, ipsa violaceo, vel subnigro colore inficiatur, inferre licebit, aliquas in aqua substantias ferrugineas inesse (*p*).

(*o*) Musschenbroek *Introd. ad Philosoph.* T. II. §. 1443. Lugduni Batavorum 1762.

(*p*) Brisson *Traité élém. de phys.* T. II. §. 1048. Paris an. VIII.

522. Aqua pluvia est omnium purissima; sed aquae stagnantes gustatum, et olfactum fere semper moleste afficiunt, et non raro nocent tum animantibus, quae in illis repunt, tum etiam iis, quae non longe distant. Contra fluminum aqua in perenni motu posita magis animalibus confert. Quemadmodum autem, si pluviam excipiamus, ctaeerae aquarum species numquam deprehenduntur omnino purae, ita fontium, et fluminum aquae expurgari solent vel quiete, qua partes suspensae fundum petunt, vel percolatione, vel distillatione.

523. Ex diversis substantiis in aqua solutis oriuntur aquae *minerales* dictae: quarum aliae secum solutam retinent dosim *ferri*; scatent aliae aliquo *gas*, vel *acido*, vel *alkali*; aliae *sulphureae* sunt, vel *hepaticae;* aliae secum habent salia diversa.

524. Ex aquis mineralibus quaedam temperie sua adaequant temperiem humi, per quam permeant; quaedam vero calescunt, imo nonnullae ebulliunt; ideoque *thermales* dicuntur. Ut vero hujusmodi aquarum indoles, ita earumdem temperies pendet a natura humi, per quam illae decurrunt, antequam ad locum perveniant, e quo erumpunt.

525. Etiam aquae maris ad minerales spectant (*q*); salsae enim sunt, et amarulentae, earumque eva-

---

(*q*) Thénard *Traité de chimie*. T. IV. pag. 177. Paris 1818.

poratione assequimur sal; unde fit, ut aqua maris ponderosior inveniatur aqua communi.

526. Ex eo quod amarities major deprehendatur in superficie, et prope oras, quam in aqua ex profundo mari hausta (r), censent physici amaritiem aquae maris tribuendam esse substantiis animalium, et vegetabilium, quibus mare copiosissime scatet; quae substantiae utpote specifice leviores in aquae superficie innatant, et ad oras feruntur.

(r) Bergman. *Opusc. chimiq. et physiq.* T. 1. pag. 195. traduits par M. De Morveau Dijon ... 1780.

INSTITUTIO IX.

DE IGNE, SEU DE CALORICO.

CAPUT I.

De igne generatim, et de proprietate, qua ad aequilibrium se componit.

527. In definienda ignis natura dissentiunt Physici (*a*). Opinantur alii ignem effici a quodam interiori motu, cujus actione minimae, et insensibiles corporum particulae coguntur vel ad se invicem accedere, vel a se mutuo recedere, prout varia sunt rerum adjuncta. Censent alii ignem esse quoddam materici genus, et ab ejus majori aut minori quantitate in corporibus existente, fieri ut eorumdem *moleculae* modo a se invicem sejungantur, modo ad viciniam accedant. Alii aliter sentiunt, sed natura ignis nos adhuc latet. Ex phaenomenis tamen inferre possumus, principium ignis esse fluidum maxima subtilitate, elasticitateque praeditum, per singula corpora permeans, in quorum aliis magis diffusum invenitur, in aliis minus.

528. Ignis praesentia potissimum nobis se prodit in ea sensatione, qua tactus organum afficitur,

(*a*) Vide *Mémoire* de Rumford *sur la chaleur* .... Paris 1804.

quando corporibus ignitis admovetur manus, vel alia quaelibet corporis pars. Causa hujus sensationis a Physicis appellatur *ignis*, vel *materia caloris*, vel *calor*; a Chemicis vero nominatur *caloricum*.

529. Caloricum distingui solet in *liberum*, seu *sensibile*, et in *latens*. *Liberum* est illud, quod sensus nostros afficit, vel in instrumenta agit ad metiendum calorem excogitata. *Latens* illud appellatur, quod nec afficere sensus, nec mutationem inducere solet in instrumenta, quibus utimur in explorandis diversis caloris gradibus.

530. Sit in vase libra una glaciei, cujus temperies adaequet gradum 0 thermometri Reaumur; si aequale pondus aquae, cujus temperies sit graduum 60, infundatur supra glaciem, haec cito in aquam dissolvetur, sed thermometrum in illam immissum non ascendet ultra 0. Totus itaque calor aquae, insumitur in solvenda glacie, quin liquidi temperies augeatur. Hujusmodi calor, qui nec in sensus, nec in thermometrum agit, *caloricum latens* nuncupatur.

531. Caloricum latens non ita intime consociatur (*b*) partibus corporis, ut novum corpus fiat, sed sola adhaesione illis jungitur: reapse dum cor-

---

(*b*) Vera unio, qua duae, vel plures substantiae, sic intime consociantur, ut aliud novum corpus fiat, gallice dicitur *combinaison chimique*.

pora comprimuntur, caloricum amittunt (*c*). Quandoque dum liquida heterogenea simul commiscentur, vel liquida uniuntur solidis, caloricum latens evadit *liberum* (*d*).

532. Universim nomine *calorici liberi* intelligitur ea caloris quantitas, quae ex corpore in corpus effluit, ut se se ad aequilibrium componat. Quando enim corpus calorico redundat, se se quoquoversus in circumposita corpora effundit, ea permeat, et in ipsa calorem inducit.

533. Profecto quando caloricum corporis nostri minus est *relate* ad circumstantia corpora, ex hisce in nos diffunditur, et sensum caloris experimur; ubi vero caloricum corporis nostri exsuperat caloricum existens in corporibus circa nos positis, tunc frigescimus; in priori statu, quum minor sit in nobis calorici dosis, caloricum accipimus; in altero vero caloricum amittimus.

534. Hujusmodi caloris propagatio ex corpore in corpora impediri minime potest; animadvertendum tamen per quaedam corpora facilius, et celerius propagari caloricum, uti sunt metalla omnia, et aqua; cineres autem, ligna, carbonem, lanam, et alia hujus generis plurima difficillime illud transmittere.

(*c*) Berthollet, *Essai de statique chimique*, par. I, sect. III. *du calorique* cap. 1, Paris 1803.

(*d*) *Elémens de Chimie exp. et Phys.* par Villiam Henry, T. I, pag. 274, 275, 349, Paris 1812.

535. Corporis cujuslibet efficacitas in deferendo calorico definiri poterit, si extremum alterum dati corporis calefiat, et notetur tempus impensum in calore transmittendo ad alterum extremum.

536. Scheele (*e*) omnium primus fortuito observavit e corporibus calore aestuantibus celerrime, imo uno temporis momento effundi caloricum, quin aeri consocietur, et per aerem juxta rectam lineam praeterfluere; hinc nuncupari solet *caloricum radians*; et ubi in superficiem perpolitam incidat, potissimum si metallica fuerit, ea ratione caloricum radians reflectitur, ut angulus incidentiae aequalis sit angulo reflexionis, uti contingere observamus in radiis lucis.

537. Quando caloricum radians in foco speculi metallici concavi colligitur, comburit unico ferme momento frustulum sulphuris in foco ipsius speculi collocatum. Verum si sebo illiniatur speculi superficies, caloricum in speculum incidens, amittit radiantem formam, et consociatur metallo, quod adeo calescit, ut impune tangi nequeat (*f*).

538. Experimentis, et observationibus innotescit, caloricum per corpora omnia diffusum esse; immissis enim in glaciem salibus (496), ejus frigus longe adaugeri potest. In hac universali calorici

---

(*e*) *Traité chimique de l'air, et du feu*, traduit par Diétrich, pag. 118, et seq. Paris 1781.

(*f*) Schéele *ibidem*.

diffusione illud observandum pro varia affinitate, qua caloricum in diversa corpora tendit, variam etiam esse illius quantitatem in corporibus existentem, et varium similiter diffusionis tempus; ex quo fit ut eadem calorici dosis varias inducat in eadem temperie mutationes.

539. In libram unam aquae, cujus temperies sit aequalis 0, immittatur scobes ferrea elevata ad temperiem 36°; in hisce corporibus caloricum se se componet ad aequilibrium; sed thermometrum non ascendet nisi ad quartum gradum. Jam vero aqua tantum calorem a ferro recipit, quantus est calor, quem amisit ferrum. Sed calor a ferro amissus adaequat gradus 32, et aquae temperies elevata tantummodo fuit ad quartum gradum; igitur ut elevetur ad gradum unum temperies aquae adhibendus est calor octies major, quam ad inducendam mutationem unius gradus in temperiem ferri.

540. Ea calorici quantitas, quae requiritur, ut heterogenea corpora aequalia in massa eleventur ad aequalem temperiem, appellatur *capacitas caloricum retinendi*, sive *caloricum specificum*. Sic experiendo in aqua, et scobe ferrea, colligimus *caloricum specificum* aquae esse ad *caloricum specificum* ferri : : 8 : 1.

541. Lavoisier animadvertens cum La Place glaciem adeo absorbere caloricum, ut minime in caetera corpora diffundatur, nisi prius omnino soluta

sit glacies, *calorimetrum* (*g*) excogitavit, machinam scilicet, in qua glacies solvitur ab immissis in illam corporibus in pondere aequalibus, et ad aequalem temperiem elevatis. Aqua ex soluta glacie eo tempore collecta, quo corpora descendunt ad temperiem 0, proportione respondebit quantitati calorici a corpore amissi, dum a temperie, quam antea habebat, descendit ad gradum 0.

542. Hinc sicuti libra una scobis ferrae, cujus temperies sit 60 graduum, immissa in glaciem, quo tempore redigitur scobes ad gradum 0, solum liquescunt 2 glaciei unciae; aequale autem pondus aquae in glaciem effusae dum a 60 gradu ipsa frigescit usque ad 0, dissolvit 16 uncias glaciei; ita inferre possumus *caloricum specificum* ferri esse ad *caloricum specificum* aquae : : 16 : 2, seu : : 8 : 1.

CAPUT II.

De praecipuis ignis effectibus.

543. Inter effectus ignis primo recensetur dilatatio; omnia enim corpora sive fluida sint, sive solida, facile dilatantur ab igne.

544. Metalla a calore rarefieri facile demonstra-

(*g*) *Trattato element. di Chimica* T. II, pag. 58, et seq., Venezia 1792.

tur. In ferrea lamella satis compacta fiat foraminulum, cujus diameter adaequet diametrum alicujus metallicae virgae, ea tamen ratione, ut haec per illud expedite permeare possit. Si virga calefiat, adeo dilatatur, ut amplius per foraminulum ipsa transire nequeat. Verum, ut observavit Musschenbroek (*h*), non singula metalla ab eadem ignis copia, et vi aeque rarefiunt.

545. Inter fluida, quae a caloris actione magis dilatantur, recensentur aer, alcohol, et mercurius; ideoque hisce praesertim fluidis utimur in dimetiendis, ope *thermometri* (*i*), variis caloris gradibus in atmosphaera, in vegetabilibus, in animalibus, et in corporum fermentatione.

546. Drebel natione Batavus, primus fuit, qui sub fine saeculi 16 *thermometrum* excogitavit, sed omnino imperfectum. Saeculo 17 Academici Florentini in illo perficiendo operam impenderunt (*k*). Saeculo vero 18 Fahrenheit Dantisci civis, et Reaumur Rupellae natus rem ad meliorem exitum perduxerunt.

547. Quum thermometrum sit omnibus notissimum, de variis tantum ejus gradibus dicam. Immisso cylindro, vel sphaera thermometri in aquam

---

(*h*) *Introductio ad veram Philosophiam*, T. II, §. 1530, et seq. et *Tentamina exp. nat.* p. II, pag. 15, et seq.

(*i*) A graecis vocibus Θέρμη, *calor*; et μέτρον, *mensura*.

(*k*) *Saggi di naturali esperienze* pag. 10, et seq., Firenze 1691.

ebullientem, mercurius ascendit intra tubum et sistit semper in eodem puncto (519). Immerso inde cylindro intra liquescentem glaciem, mercurius descendit ad punctum aliud, in quo fixus remanet. In hoc puncto, quod *congelationis naturalis punctum* dicitur, notatur 0, et spatium comprehensum inter punctum congelationis, et punctum alterum ebullitionis, dividitur in 80 gradus aequales, et gradus illis aequales etiam designantur tum infra 0, tum supra gradum 80, ut tubus in tota sua longitudine aequales in gradus tribuatur.

548. Haec est Reaumur divisio; nunc vero Galli in 100 gradus partiuntur spatium comprehensum intra congelationis, et ebullitionis puncta.

549. In thermometro Fahrenheit, quo utuntur Angli, puncta fixa determinantur ab aqua ebulliente, et a glacie, vel nive cum sale *ammoniaco* commixta, et spatium inter haec duo puncta comprehensum tribuitur in 212 gradus aequales; hinc gradus *congelationis naturalis*, qui in thermometro Reaumur designatur a *nota* 0, in thermometro Fahrenheit respondet gradibus 32, atque ab hoc puncto usque ad punctum aquae ebullientis habentur 180 gradus.

550. Jam vero cognitis gradibus cujusvis thermometri, dignosci poterit quibusnam gradibus in thermometro altero illi respondeant.

551. Et 1.° quidem si gradus thermometri *centigradi* comparetur cum gradibus thermometri Reau-

mur, habebimus gradum unum illius ad gradum unum alterius : : 100 : 80, vel : : 5 : 4; itaque gradus unus thermometri *centigradi* adaequat $\frac{4}{5}$ unius gradus Reaumur. Multiplicando igitur quemlibet thermometri gradum Reaumur per 5, et productum dividendo per 4, quotiens dabit respondentem gradum *centigradum*. Ut autem dignoscatur in thermometro Reaumur gradus respondens dato gradui thermometri *centigradi*, multiplicetur datus gradus per 4, et productum dividatur per 5.

552. 2.° Si divisio in 100 gradus comparetur cum divisione Fahrenheit, gradus thermometri *centigradi* erit ad gradum unum Fahrenheit : : 100 : 180, seu : : 5 : 9 : patet ergo gradum unum thermometri *centigradi* adaequare $\frac{9}{5}$ unius gradus thermometri Fahrenheit; quamobrem ut quilibet gradus Fahrenheit redigatur ad respondentem gradum thermometri *centigradi*, subtrahatur ex gradibus Farhenheit numerus 32, ut gradus utriusque thermometri incipiant a puncto congelationis naturalis, et sumatur $\frac{5}{9}$ pars residui, seu multiplicetur residuum per 5, et productum dividatur per 9.

553. In thermometro construendo mercurius praeponendus est alcohol: etenim 1.° mercurius ascendit ad 280° thermometri Reaumur antequam ebulliat, et divisio graduum perduci potest infra congelationem usque ad gradum 32, in quo puncto mercurius densatur in glaciem: 2.° mercurius haberi potest

omnino purus: 3.° aer e mercurii particulis facile extricatur igne, et promptius, prae caeteris fluidis, caloris, et frigoris mutationes indicat (*l*).

554. Ut autem thermometra comparabilia sint inter se, et quo fieri potest accurata sint, diameter tubi in tota longitudine sua aequalis esse debet; insuper, quo tempore determinatur punctum ebullitionis, mercurius in barometro sistat oportet apud nos ad altitudinem pollicum 27 ½; diximus enim pro majori aeris atmosphaerici pressione (506) majorem adhibendum calorem, ut aqua ebulliat.

555. Hisce de thermometro expositis, de altero notissimo ignis effectu, nempe de combustione dicendum.

556. Compertum est, combustionem proprie positam esse in consociatione, vel, ut Chemici ajunt, *in combinatione* (§. 531, n. *b*) corporum, quae *combustibilia* dicuntur, cum quadam aeris atmosphaerici parte, quam designavimus nomine *oxigenii* (469). Quando harum substantiarum altera consociatur alteri, tunc extricatur calor, qui rubrum colorem producit, ex quo oritur flamma.

557. Combustio, et calor, qui a flamma producuntur, quam maxime promoventur ubi a vehementi aeris atmosphaerici incursu excitentur, uti contingere

---

(*l*) De-Luc *Recherches sur les modifications de l'atmosphère*, T. II. pag. 60, et seq.

videmus in actione follis, et tubi, quo artifices utuntur ad sufflandum ignem. Si loco aeris atmosphaerici substituatur *oxigenium*, vividior habebitur flamma (470).

558. Quotidiana observatione liquet, ignem pervadere corpora omnia, eorum partes sejungere, earumdem naturam quandoque sic immutare, ut partes aliae leviores aere fiant, ex liquidis evolent vapores, e corporibus solidis exhalationes expandantur in aerem: combustionis vi metalla liquescunt, terrae, lapides in calcem, in scobem, et vegetabilia in cinerem rediguntur.

559. Flamma libera agitatur, sursum tendit, et in acuminatam figuram desinit. Motus, et figurae dispositio in flamma provenit ab aere, uti comprobant experimenta, quae in machina pneumatica instituuntur: flamma vero sub diverso colore apparet, prout diversa est ejus vehementia, et prout diversa est corporum, quae comburuntur, natura: sic viridi colore suffusa illa fulget, quando in ardentem ignem immittimus cuprum.

560. Opinantur plurimi lucem, et ignem esse unum, idemque fluidum: at censet Lavoisier nihil certi de hac re statui posse (*m*). Quemadmodum autem animadvertimus non raro existere ignis copiam in corporibus, quin haec lucescant; ita

(*m*) *Trattato elem. di Chim.*, T. I. pag. 43, et seq.

probabilior videtur Senebier sententia, qui statuit ignem esse subtiliorem luce, hanc vero quasi quoddam elementum in igne contineri (*n*).

CAPUT III.

De ratione, qua elici solet ignis.

561. *Elici ignem* dicimus quando ignis, qui prius latebat, sensibilis fit, ut contingit quum vel fomes, vel pulvis nitratus ex collisione silicis in chalybem inflammatur. *Propagatur* vero ignis quando vel ardentibus prunis, vel flamma candelae, vel alio simili modo aut carbo accenditur, aut lignum, aut altera candela.

562. A radiis solaribus facile haberi potest ignis. Obvertatur soli crystallina lens convexa, ejusque radii per lentem transmissi excipiantur in ligno, vel in alio quolibet combustibili corpore ubi focus lentis (*o*) per unum, aut alterum minutum in idem ligni punctum incidat, in hoc puncto videbimus ignem suscitari.

563. Iidem radii solares collecti in concavo spe-

(*n*) *Memoires physico-Chimiq. sur l'influence de la lumière solaire*, t. III. pag. 257, et seq.

(*o*) Focus lentis habebitur in puncto illo, in quo solis radii transmissi per lentem, irradiatum circillum efficiunt omnium minimum, et vividissima luce collustratum.

culo, et ab eo reflexi coguntur in exiguum circulum ante speculum: ubi circulus omnium minimus apparet, et maxime irradiatus, ibi dicimus esse focum speculi. Corpora in hoc foco collocata statim comburuntur, et quando utimur speculo satis amplo, effecta consequimur, in quibus perpendendis in admirationem rapimur. Cernimus enim metalla cito liquescere; quaedam corpora in calcem, in vitrum converti; pluraque alia observamus phaenomena simillima iis, quae a vehementia ignis ab oxigenio (470) excitati producuntur.

564. Altera excitandi ignis ratio omnibus cognita est solidorum corporum frictio. Duo ligna dura, et sicca dum rapido, violentoque motu perfricantur, primo calescunt, alterutrum deinde comburitur. Quemadmodum nos ex chalybis percussione in silicem, solemus ignem elicere, ita Indi, apud quos quaedam ligna durissima sunt, haec subjiciunt mutuae frictioni, sicque facillime sibi comparant ignem.

565. Instrumenta ex chalybe, ferro, vel alio metallo diutius, et strenue percussa adeo incalescunt, ut inflammare valeant corpora apta combustioni. Idem contingere observamus (*p*) quando axes plau-

---

(*p*) Anno 1812, mense augusti in via regia Dertonam inter, et Iriam, axes currus adeo incaluere frictione, ut pulvis nitratus supra currum repositus ignem conceperit. Currus in fragmenta disjectus fuit; equi, et homines, qui non longe a curru erant vel morte perempti fuerunt, vel graviter vulnerati. Aequale fatum miserc contigit an. 1813 non longe ab Augusta Praetoria.

strorum ingenti gravantur pondere, et diutissime perseverant in motu.

566. Censent nonnulli ideo excitari calorem a corporum frictione, quod caloricum actionem tantum exerit, quando in motu ponitur; ex quo fit ut, caeteris paribus, eo major habeatur ignis, vel saltem calor, quo velocior, et validior est pressio. Tribuunt alii extricatum caloricum decremento voluminis, cui corpora subjacent ex frictione, et compressione partium. Profecto ignis, qui se prodit in aeris atmosphaerici compressione opinionem hanc confirmat.

567. Paretur metallicus tubus, cujus longitudo sit pollicum quatuor, et adaequet in diametro lineas tres circiter, cum quo exacte congruat embolus. Quando validissime, velocissimeque comprimitur embolus, ut aer in tubo contentus adigatur in volumen duodecies minus, eam consequimur ignis copiam, qua facile accenditur fomes, qui in extremitate superiori emboli reponi solet (*q*); substituendo tubo metallico crystallinum tubum satis robustum, ne a violenta injectione emboli tubus confringatur, conspicua fiet flamma omnino vivida, quae oritur ex aere compresso (*r*).

(*q*) *Bulletin des sciences de la Société Philom.* prarial. an. XII, pag. 209.

(*r*) Ad causam hujus phaenomeni explanandam maxime confert, quod statuit Newton in propos. XXIII.; theor. XVII. T. II., *Phil. naturalis*, *Princ. Math.*

568. Ab eadem voluminis imminutione opinantur plurimi, oriri calorem, qui ex pluribus substantiis simul commixtis quandoque excitatur. Sic ubi intra acidum sulphuricum immittitur aequale aquae pondus, liquidum fit valde fervens, cujus volumen non adaequat volumina utriusque liquidi simul commixti. Quemadmodum autem hoc voluminis decrementum est admodum exiguum; ita alia caussa sit oportet, a qua suscitetur caloricum, dum liquida una consociantur. Fortasse e liquidorum permixtione, aliud liquidum compositum exoritur, cujus *capacitas* in continendo calore, fit omnino minima; ideoque caloricum exuberans elevat liquidi compositi temperiem.

INSTITUTIO. X.

DE IGNE ELECTRICO.

CAPUT. I.

De igne electrico generatim, et de praecipuis hypothesibus, quibus explicari solent phaenomena electrica.

569. Sub dimidio superioris aevi compertum nobis fuit, diffusum esse per terrestria corpora omnia fluidum illud summe actuosum, ex quo fulmen, fulgur, et tonitru oriuntur; quemadmodum autem in *electro* (*a*) perfricato fluidum hoc primo se prodidit (*b*); ita *fluidi electrici*, vel *ignis electrici* nomine donatum fuit a Physicis (*c*).

570. Experientia, et observatione constat, electricum fluidum ex corpore in corpus aliud transmitti posse; sed corpora omnia non esse aeque idonea ad illud transmittendum, jam ab anno 1729

(*a*) ἤλεκτρον ..... gummi quoddam ex certis arboribus fluens, latine *succinum*.

(*b*) Plinius L. 37. c. 2. *Nat. Hist.* vim commemorat, qua *electrum* levia corpuscula attrahit.

(*c*) De electr. ejusque progressibus vide cap. 1 *Theoriae electr.* quam typis commisi Eporediae 1791.

primus omnium observavit Gray (*d*). Hinc orta est corporum divisio in *deferentia*, et *cohibentia*: per illa liberrime permeat electricus ignis; hunc altera cohibent, seu difficillime transmittunt.

571. Inter deferentia primum locum tenent metalla, deinde corpora humida non pinguia, et inflammabilia. Acida mineralia, et aquae salibus refertae, in igne electrico deferendo, longe superant aquam distillatione expurgatam (*e*).

572. In cohibentium classe recensentur primo aer siccissimus, tum corpora resinosa, sulphurica, serica, lanea, et vitrum. Corpus autem cohibentibus corporibus suffultum, et ab ipsis quoquoversus circumdatum dicitur *separatum*.

573. Pluribus quidem modis, sed potissimum corporum cohibentium frictione excitari potest *electricitas*, quae in corpore deferente densari solet; hinc corpora *cohibentia* nuncupari solent *electrica per originem*; *deferentia* vero *electrica per communicationem*.

574. Ut facile, commodissimeque corporum

(*d*) D'Alibard *Histoire abrégée de l'électr.* pag. 23. Paris 1756., et Priestley *Histoire de l'électr.* T. 1. pag. 59. Paris 1771.

(*e*) Cavendisch, quoad efficaciam in electrico igne deferendo, experimentis definivit ferrum esse ad aquam : : 400,000000 : 1; aquam maris ad aquam expurgatam distillatione : : 100 : 1; et aquam sale saturatam ad aquam distillatione expurgatam : : 720 : 1. Davy *Elémens de phil. chim.* T. 1. pag. 114.

cohibentium frictione plurimum extricari posset electricum fluidum, et in deferentibus densaretur, Physici apparatum excogitarunt, in quo potissimum tres distinguuntur partes, nimirum *machina*, *crystallum*, vel *vitrum*, et *conductor*, qui etiam *catena* dicitur, eo quod ferrea catena primitus esset in usu.

575. Machina est tabellarum compages, quibus vitrum infigitur, quibusque rota vitro opportune convertendo aptatur: ut autem machina separari (572) commode possit, sat altis, et solidis insistit ex vitro fulcris: etiam homo rotam agitans, dummodo sit a solo separatus, ad machinam spectat.

576. Ad electricitatem excitandam in usu olim erant vitrei globi, qui subjectis manibus, non sine periculo perfricari solebant: illis substituuntur hodie crystallini, vel vitrei *disci*, qui dum in gyrum volvuntur, perfricantur in utraqua superficie a pulvillis pelle confectis, et crine repletis.

577. Conductor est metallicus tubus *separatus*, cujus extrema pars altera desinit vel in plures acies, vel in metallicas fimbrias, quae ad viciniam adducuntur utriusque superficiei crystalli perfricati.

578. Ut major habeatur electricitatis copia, plurimum juvat illinire pulvillos zinco, et stanneo solutis in mercurio, vel potius *auro mussivo* (*f*):

(*f*) Gallice *or musif.*

triplo autem augebitur electricitas, si crystalli zona, quae hinc inde perfricatur, tenuissimo serico panno gummi obducto induatur, ne electricitas in crystallo cumulata, dispergatur in contiguum aerem.

579. In electricitatis caussa inquirenda, definiendaque plurimum elaboraruut Physici, eorumque placita, vel seorsim typis commissa, vel Academiarum actis inserta leguntur; quamobrem praecipuas tantum proponam hypotheses, quae hodie in honore sunt, quarum altera a *Franklin* excogitata fuit, altera vero a *Symmer* promota.

580. In Frankliniana hypothesi electricum fluidum summe elasticum, et tenuissimum tamdiu in corporibus latitat, quamdiu ejus dosis respondet naturali corporum capacitati; sed statim se prodit, quando naturae, aut artis vi turbatur haec proportio (g): quando scilicet hujus fluidi dosis augetur in quibusdam corporibus, et minuitur in aliis e corporibus, in quibus redundat, nititur se se effundere in ea, in quibus deficit, atque se effundendo illucescit, auram creat, atque obvia corpuscula ea ratione agitat, commovet, disponit, et aptat, ut facillime per ipsa se se possit effundere, et ad aequilibrium componere. Duplex idcirco

(g) *Experienc. et observ. sur l'electr.* traduit par D'Alibard T. I. pag. 74, et seq. Paris 1756.

distinguitur a Franklin electricitatis species, *positiva* altera, et altera *negativa*. (*h*). Prior indicat *excessum* materiae electricae in corpore, posterior *defectum*: nempe corpus dicitur *positive*, seu *excessu* electricum, ubi ejus ignis copia superet electricum ignem alterius corporis; appellatur vero electricum *negative*, vel *defectu*, si comparatum cum altero corpore, minorem in se retineat electrici fluidi dosim (*i*).

581. Opinatus est Symmer (*k*) existere in corporibus omnibus peculiare quoddam *naturale fluidum* constans duobus diversis fluidis, quorum alterum *vitreum*, *resinosum* alterum appellat. Donec haec duo fluida servant in corporibus aequilibrium, nullum apparet electricitatis signum: quando vero naturale fluidum decomponitur in vitreum, et resinosum, haec duo fluida in statu libertatis posita, et seorsum constituta producunt electricitatis phaenomena. Duplicem itaque electricitatis speciem distinguit Symmer, *vitream* nempe, et *resinosam*, quae voces aequivalent electricitati *positivae*, et *negativae* (*l*) in hypothesi Frankliniana.

582. Non inquiram hoc loco quaenam ex hisce hypothesibus probabilior habenda sit (*m*). Frankli-

(*h*) Idem T. I. pag. 78, et seq.
(*i*) Beccaria *Dell'elettricismo artific. e nat.* c. 1. Torino 1753.
(*k*) Priestley *Histoire de l'électr.* T. II. pag. 49 et seq.
(*l*) Davy *Elémens de phil. chim. trad. par Van Mons.* Paris 1813.
(*m*) Lebouvier-Desmortiers *Examen des principaux systèmes*

mana mihi magis arridet, quia mira simplicitate phaenomenorum rationem reddit, quam ego hypothesim eo libentius sequar, quod summus Antecessor Beccaria hujus R. Athenaei ornamentum, et decus, Franklinii vestigia persecutus, ejus theoriam ad generales leges revocavit, novisque excogitatis illustravit, et auxit.

CAPUT II.

De ratione, qua in electrico apparatu ignis excitatur, et de signis, quibus ille se prodit.

583. In electrico apparatu crystallum in gyrum actum haurit a pulvillis fricantibus, et a machina universa electricum ignem, qui congestus, et cohibitus in utraque crystalli superficie se se ad aequilibrium effundit in contiguam catenam, quae crystallum lambit: quamobrem catena fit electrica excessu, machina vero defectu.

584. Machina igitur, in qua deficit ignis, semper novum haurire poterit ignem ab extraneis corpori-

---

sur la nature du fluide électrique pag. 48, et seq. Paris 1813.

Beudant *Essai d'un cours élem., et gén. des sciences physiq.* §§. 469.644. Paris 1815.

Singer *Elémens d'elect., et de Galvan.* trad. par M. Thillaye Paris 1817.

Essai *sur une nouvelle théorie de l'électr. contenant une réfutation du système des deux fluides vitré, et resineux.* par A. Vène... Arras 1822.

bus, vel redundantibus igne, vel naturali ignis dosi imbutis; et ignis in catena redundans se se effundet in corpora non aeque redundantia.

585. Reapse quando machina, et catena ambae cum solo communicant, nulla habentur in utraque apparatus parte signa; etenim ignis a pulvillis in crystallum, et a crystallo in catenam immissus, effluit in solum, et e solo novus semper ignis in machinam ingreditur; ideoque nullus fieri potest excessus in catena, nullus in machina defectus.

586. Si catena separata sit, et machina cum solo communicet, crystallum a machina cum solo communicante novum semper poterit ignem habere, qui cumulabitur in catena separata; quamobrem perpetua apparebunt electricitatis signa in catena, nulla vero in machina.

587. Contra, ubi catena cum solo communicet, et machina separata sit, ignis a crystallo in catenam immissus, se expandet in solum; in machina autem a solo separata semper deficiet ignis; quapropter perennia signa dabit machina, nulla vero erunt in catena signa.

588. Jam vero si machina, et catena separentur a solo, et inter se communicent, electricus ignis immissus a machina in catenam, prosiliet in machinam, ex qua iterum in illam effluet, et ita deinceps; quin habeantur electricitatis signa, neque in machina, neque in catena.

589. Profecto ex phaenomenis, quae observantur

in diversis machinae, et catenae statibus, facile intelligitur, cur inter duas catenae partes, et inter duas partes machinae nulla appareant electrica signa; in partibus enim catenae, aequalis existit excessus electrici ignis, et in partibus machinae ignis aequaliter deficit. Contra vero catenam inter et machinam, si utraque sit separata (572), vividiora erunt signa, quam inter catenam, et corpora extranea; electricus enim ignis majori vi, et copia erumpit, prout in corporibus major est electricitatum differentia.

590. Inter signa, quibus potissimum nobis se prodit abruptum in corporibus electrici fluidi aequilibrium, recensentur *lux*, *aura*, et *motus* (580).

591. Lux electrica sub triplici forma, nimirum *scintillae*, *penicilli*, et *stellulae* conspicua fieri solet. *Scintilla* est densior electricus ignis per aerem resistentem e corpore in corpus, quin dispergatur, cum crepitu erumpens. *Penicillus* est fasciculus radiorum divergentium ex apice virgae metallicae cum sibilo emicantium. *Stellula* est tenuis perbrevis lux, seu fasciculus radiorum convergentium, et longe breviorum in apice virgae metallicae blandiori sibilo apparens.

592. Ad penicillum quod spectat, quando ignis e redundante corpore nititur se se expandere in ea, quibus minor est ignis dosis, ut aeris interjecti resistentiam superare valeat, in plures radiolos

dispergatur oportet usque et usque minores, ac demum inconspicuos. Hinc sub vitro pneumatico, dum extrahitur aer, cernimus penicillum ad majorem distantiam expandi, tum in pauciores cohaerescere radios, ac demum abire veluti in cylindrum ignis.

593. Ab igne autem ineunte stellulam effici ex eo colligitur, quod illa destruat penicilli effectum. Enim vero, quum separatus (572) a solo dexteram exhibeo penicillo prodeunti ex catena, adeo electricitate imbuor, ut scintillas omnino vividas impartiam tibi. Admove jam sinistrae meae acuminatam metallicam virgam, apparebit in hujus apice stellula, et vividior interim penicillus prorumpet in dexteram; scintillas vero ex corpore meo vel nullas, vel omnino tenues elicies.

594. Hinc metallica virga nexa catenae, vel exhibita machinae praebet penicillum, quem efficit vel ignis in catena redundans, et in tellurem se se expandens, vel nativus ignis telluris effluens in machinam. Contra in metallica virga nexa machinae, vel cum tellure communicante, apparet stellula, quam similiter facit vel nativus telluris ignis se se insinuans in machinam defectu electricam, vel ignis redundans in catena, et se effundens in solum.

595. Celeberrimus Du-Fay an. 1733 observavit electricitatem, quam ex perfricato vitro consequi-

mur; contrariam esse electricitati, quae se prodit ex frictione corporis resinosi (n).

597. Reapse dum crystallo substituitur sulphureus, vel resinosus globus, in apice virgae metallicae, quam necto catenae, fulget stellula, et in apice virgae, quam exhibeo machinae, emicat penicillus. Dum virgam admoveo catenae, apparet in illius apice penicillus, et in virga exhibita machinae stellulam cerno.

598. Sed penicillus ab igne exeunte, et stellula ab igne ineunte efficitur (593, 594); ergo dum sulphureo, vel resinoso globo utimur, catena fit electrica defectu, machina vero excessu. Hinc inferimus resinosa corpora ignem impertire suum corporibus perfricantibus, quod etiam contingere observamus in discis, seu globis crystallinis, vel vitreis nitore suo exutis.

599. Alterum electricitatis signum est aura electrica. Quoties manum, aut vultum admovemus corpori vel excessu, vel defectu electrico, subfrigidam auram persentimus, quae molliter cutem vellicat. Haec aura oritur ex vi, qua redundans electricum fluidum disjicit a se contiguum aerem aeque redundantem, vel ex vi, qua corpus aut exutum, aut quoquomodo deficiens igne propellit a se circumpositum aerem aeque deficientem.

(n) Priestley *Histoire de l'électricité* T. 1. pag. 89, et seq.

600. Quemadmodum autem fluida majori vi in eam partem tendunt, versus quam minor est resistentia, ita etiam electricum fluidum a resistente aere cohibitum, facilius, et majori vi se se expandit per cuspides; circumdatae enim sunt a minore aeris volumine. Hinc fit, ut candelae flamma a ventulo prodeunte ex acie virgae metallicae extinguatur, minime vero a ventulo metallicae sphaerae, etiamsi utraque virga cum eodem electrico corpore communicet.

601. Pro motibus autem electricis, haec amplissima constat lex: *corpora aequali electricitate praedita mutuo discedunt; quae inaequali electricitate imbuta sunt, ad se vicissim accedunt.* Sic duo stamina nexa catenae mutuo a se recedunt; similiterque recedunt duo stamina nexa machinae.

602. Jamvero tanta est vis, qua fluidum electricum nititur se se ad aequilibrium expandere, ut sensibilem electricitatem inducat in proximiora aeris strata, quae illius expansioni resistunt. Hinc circa corpora oritur *atmosphaera* vel *excessu*, vel *defectu electrica*, prout illa vel redundant, vel deficiunt electrico igne.

603. Quum itaque circa duo stamina nexa catenae effundantur duae atmosphaerae excessu electricae, mutuo et se, et stamina repellunt, quibus adhaerent, ut facilius ex oppositis partibus expandere possint redundans electricum fluidum. Etiam duae atmosphaerae defectu electricae adhaerent

staminibus nexis machinae: ideoque similem inducere debent inter se repulsionem, et in contrarias partes directionem, ut ab aere, et a circumpositis corporibus facilius possint tum atmosphaerae, tum stamina haurire aliquam dosim ignis, et hunc in machinam defectu electricam immittere.

604. Ubi vero stamen cum tellure communicans admoveatur stamini nexo catenae, ambo stamina ad mutuum contactum accedent. Ignis enim in corpore quolibet redundans, dum se se effundit in corpus minori electricitate imbutum, disjicit interjectum aerem; quamobrem aer staminibus adjacens cum amplius non libretur ab aere interjecto, mutuo admovet stamina. Revera in vacuo boyleano omnino cessant electrici motus.

605. Ex constituta pro motibus electricis lege (601) ratio innotescit, cur metallicus globus *O* serico filo suspensus (tab. XI. fig. 69) alternatim impingat in duo tintinnabula, quorum alterum *C* cum catena redundante, et alterum *T* cum tellure communicet. Quando enim globus accedit ad tintinnabulum *C*, fit electricus aeque ac ipsa catena; quumque globus a serico filo separatus sit, electricitatem a catena haustam retinet, eamque defert ad tintinnabulum *T*, ex quo ignis electricus praeterfluit in tellurem; quapropter globus iterum accedit ad *C*, iterumque revertitur ad *T*; hinc fit ut globus alternatim inter tintinnabula constanter oscillet.

CAPUT III.

De peculiari proprietate, qua corpora cohibentia electrica fiunt ad explosionem.

606. Corpora cohibentia in amplas, satis compactas, et satis tenues lamellas conformata, apta fiunt ad displodendum, modo in facie una corporis cohibentis alius atque alius extraneus ignis congeratur, eodemque tempore tantumdem ignis nativi hauriatur ex opposita illius facie, ut quantum facies una scatet igne, tantum altera deficiat. Hac proprietate gaudent corpora cohibentia, quia nativo redundant electrico igne, et ea est corporum cohibentium indoles, ut quo in puncto ignem accipiunt, ibi eum retineant; et siqua eorum pars expolietur igne, proximarum partium ignis illuc minime affluat.

607. Ut aequabilis excessus ignis in totam faciem corporis cohibentis inducatur, et eodem tempore aequalis defectus in opposita illius corporis facie habeatur, utraque facies obducenda est aliquo corpore deferente, humido nimirum, vel metallico, et deferentia corpora, quibus obduci solent cohibentium facies, nominantur *indusia*. Illud tamen cavendum ne indusium alterum cum altero communicet, secus ignis ex facie altera in alteram effluet; ideoque nulla obtineri poterit in oppositis faciebus contraria electricitas.

608. Paretur ex tenui vitro phiala *XZ* (tab. XI.

fig. 70) aqua vel scobe ferrea repleta usque ad ejus collum in *A*, et exterius usque ad idem punctum *A* obducatur stannea lamella, tum per suber, quo occluditur phiala, immittatur metallica virga *bc*, quae cum aqua communicet, et superius desinat in uncum, vel sphaeram.

609. Phialam hoc modo paratam per collum nudum, et siccum summis digitis praehendo, et uncum admoveo catenae *MN*; una aut duae emicant scintillae catenam inter et uncum; etenim tantus ignis effunditur in phialam, quantus inducere valeat excessum in interius phialae indusium, qui proportione respondeat excessui catenae.

610. Verum si exteriori indusio phialae admoveam alterius manus digitum (tab. XI. fig. 71) plurimae catenam inter et uncum emicabunt scintillae, eodemque tempore totidem, et aeque densae prorumpent scintillae inter phialae ventrem et admotum digitum *C*, quae primum magis, deinceps minus vehementes erunt; ex qua successiva in vehementia scintillarum diminutione jam dignoscam electricam esse phialam ad displodendum. Reapse quando phialae ventrem manu altera *B* attingo, et alteram *C* admoveo virgae metallicae *X* (tab. XI. fig 72), exsilit e virga scintilla omnino vivida, quae mihi brachia, et thoracem concutit, sicque congestus ignis in facie interiore phialae prorumpit in exteriorem ejus faciem, ex qua subducta fuit aequalis copia ignis.

611. Phialam ita paratam nominamus *Leydensem*, quod Musschenbroek *Leydensis* Professor an. 1746 primus experimentum hoc instituerit (*o*).

612. Nec putetis velim ignem ex catena prodeuntem per virgam in faciem interiorem phialae esse eumdem ignem, qui eodem tempore, et aequali copia prodit ex superficie exteriore phialae; etenim si idem esset ignis, nullus haberetur excessus in interiori facie, nullus fieret in facie exteriori defectus. Reapse quando indusium interius quoquomodo communicat cum indusio exteriore, ceruimus quidem plurimas emicare scintillas ex superficie exteriore phialae, totidemque scintillas eodem tempore abire ex catena in superficiem interiorem phialae; quin tamen phiala ad explodendum electrica fiat.

630. Experimenta, quae in phiala expeditius instituuntur, omnino amplificata contingunt in vitro plano *ABCD* (tab. XI. fig. 73) satis amplo, similiterque *indusiis abcd* instructo: scintillas enim assequimur, quae liquores in halitus redigunt, metalla fundunt, agunt in calcem, in vitrum, in scoriam, pulverem nitratum succendunt, sales reddunt phosphoreos, ferro magneticam vim (*p*) im-

---

(*o*) D'Alibard. *Histoire abrégée de l'électr.* pag. 33. *Hist. génér. et part. de l'électricité* pag. 29. Paris 1752.

(*p*) Beccaria *Elettricismo artificiale* §§ 322. 699. 707. 723. 729. 763., et *De l'application de l'électr. à la Phys.* par Van-Troostwyk, pag. 13, et seq.

pertiuntur, aves, mures, et pisces mactant, uno verbo singula imitantur prodigiosa fulminis effecta; quamobrem hujusmodi vitrum, quod ab auctore suo nuncupatur *tabula Frankliniana* (q), dici etiam solet *tabula fulminans*, vel *magica*.

CAPUT IV.

De electricitate atmosphaerica.

614. Ex comparatione inter electricitatis artificialis, et fulminis phaenomena, censuerunt Physici habendam esse atmosphaeram ad instar vastissimae machinae, quae perpetuo in motu posita modo excessu, modo defectu electrica fit. Qua de re Franklin efflagitavit, ut publico sumptu erigeretur metallica acuminata virga a solo separata, et sursum in atmosphaeram elevata, quo apparatu censebat a procellosis nubibus aliquam ignis dosim abripi posse (r). Res adeo voto cessit, ut D'Alibard in Gallia, vestigiis celeberrimi Franklin inhaerens, furente procella, die 10 maii an. 1752 scintillas consequutus sit omnino vividas.

615. Tunc temporis extruebatur Philadelphiae

(q) Franklin *expér., et observat. sur l'électricite* T. I. pag. 167. Paris 1750.

(r) Idem T. II. pag. 47. et seq.

sublimis turris, ut in ejus fastigio collocaretur metallica virga a Franklin excogitata; sed summus ille philosophus, impatiens morae, die 12 iunii misit versus procellosas nubes *volantem draconem*, hunc dirigens ope cannabini fili, cujus extremitati subnexit clavem, quam serico funiculo separatam (572) sustentabat manu (*s*): admovens clavi digitum alterius manus, scintillas elicuit.

616. Inter primos, qui post D'Alibard, et Franklin in hisce experimentis constituendis impenderunt operam, recensentur Beccaria apud nos (*t*), Canton in Anglia (*u*), Romas in Gallia (*v*), et Richman in Russia, qui die 6 augusti an. 1753 subito fulmine perculsus, atque peremptus (*x*) Physicos monuit quam caute, et prudenter exploranda sit atmosphaerae electricitas.

617. Hi summi viri tum vectibus ferreis ad sat magnam altitudinem erectis, tum volantibus draconibus, tum etiam extensis per aerem metallicis filis expendere conati sunt atmosphaerae electricitatem, atque penicilli, et stellulae indicio (593, 594) ipsis innotuit nubes modo redundare, modo deficere igne.

(*s*) Idem T. II. pag. 182.

(*t*) Die 2 Julii an. 1752. *Dell'elettr. artif., e nat.* Lib. 2. c. 1.

(*u*) Die 20 Julii an. 1752. *Priestley hist. de l'electr.* T. II. pag. 168.

(*v*) Die 7 Junii a. 1753. *Mém des Sav. étrang.* T. II. p. 393.

(*x*) Priestley *Hist. de l'electr.* T. II. pag. 214, et seq.

618. Prae ceteris immortale nomen sibi comparavit Franklin; etenim statim ac rapuit e nubibus ignem, apparatum excogitavit, quo fulmen vel abduceretur ab atmosphaera in tellurem, vel a tellure in atmosphaeram adduceretur, ejusque teterrima effecta averterentur a domibus, a navibus non sine maxima humani generis utilitate. Hujusmodi apparatus ex effectibus, quos producit, appellatur *fulminis ductor*.

619. In Frankliniano apparatu erigendo plura animadvertantur oportet: 1.° ratio habenda est extensionis aedificii, cui ille aptari vult; nam prout major est aedificii extensio, plures etiam erigendi sunt fulminis ductores, quorum alter ab altero distare debet pedes 60 circiter.

620. 2.° In sublimiori aedificii vertice firmiter collocanda est *metallica virga*, quae diametrum habeat unius pollicis, et cujus superior pars assurgat ad 12 pedes, et ultra in atmosphaeram; insuper necesse est, ut virga desinat in acuminatam aciem ex *platina*, vel ex *aere inaurato*, ne rubiginem contrahat; quae acies ope vitis arctissime cohaerescere debet virgae.

621. 3.° In puncto, ubi acies jungitur virgae, nectitur conductor, qui adamussim adhaereat virgae. Fila ex cupro, quae una contorta funem faciant diametri unius pollicis, aptissimum conductorem constituunt.

622. 4.° Deducatur funis ad eam telluris profunditatem, quae constanter humore scateat, et

illius extremum caput tribuatur in plura fila, per quae facilius expandi possit fulmineus ignis; curandum tamen ut locus, ad quem fila pertingunt, ab aedificio satis distet, ne a fulminis impetu fundamenta excutiantur.

623. 5.° Denique maxime cavendum, ne qua, ut ut minima, habeatur interruptio inter metallicas partes, quae apparatum constituunt; et ne rubigo metalla corripiat, optimum erit singulas obducere conductoris partes vel *pice liquata*, vel *oleoso glutine gummis*, excepta tamen *acie*, in quam superior pars virgae desinit.

624. Peculiaris cuspidum vis in attrahendo electrico fluido, et ipsamet efficacia conductoris fulminei experimento demonstrantur. Metallicam virgam separatam (572) quatuor pedes longam ita suppono conductori electrico, ut ejus pars superior in aciem inauratam desinens, distet a conductore tribus pedibus, et ultra. Sub extremo altero virgae metallicae in sphaeram desinente, quae vix intervallo unius lineae a solo distet, expando maxime exiguam *argenti fulminantis* dosim. Dum inaurata virgae acies, per metallicam catenam communicat cum tellure, quamvis conductor electricitate redundet, nulla fit explosio; sublata catenula, interrupta nempe communicatione virgae metallicae cum tellure, subito fragore argentum fulminans explodit, et scintillae apparent sphaeram inter, et tellurem.

625. Ad electricitatem atmosphaericam exploran-

dam Physici instrumentum excogitarunt, *electrometrum* dictum. Duo globi *f*, *g* ex medulla sambuci filis lineis appensa in vase vitreo *AB* (tab. XI. fig. 74.) *electrometrum* constituunt. Dum exterior et sat prominens virga, desinens in aciem *C*, immergitur in atmosphaeram electricam, stamina divergunt; fiunt enim positive, vel negative electrica, prout atmosphaera ipsa vel redundat, vel deficit igne.

626 In electrometro Tiberii Cavalli, globuli ex sambuci medulla subnexi sunt filis argenteis omnino mobilibus in subtilissimis ex argento annulis. Eques Volta adhibuit paleas sibi invicem parallelas, et valde in annulis argenteis mobiles (*y*). Bennet (*z*) substituit paleis duas tenuissimas *auri bracteas*, ejusque electrometrum, ex eo quod vel minimam indicet electricitatem, appellari solet *micrometrum* (*a*) *electricum*, vel simpliciter *electroscopium*.

627. Quemadmodum autem lamellae auri pro tenuitate sua facile scinduntur, et quandoque vel mutuo inter se, vel superficiei vitri adeo adhaerent, ut separari nequeant sine earumdem jactura; ita in exploranda minima electricitate utor tenuissima palea

---

(*y*) *Collezione delle Opere* del Cavaliere Volta, T. I. par. 2, pag. 8, et seq.

(*z*) *Transact. philosoph.* Vol. LXXVII. vide Van Troostwyk *de l' application de l'électricité à la Physique*, pag. 216 ..... Amsterdam 1788.

(*a*) Idem Volta T. I. Par. II. pag. 66.

auro obducta (*b*), quam bifariam in sua longitudine diffindo, ejusque partes (tab. XI. fig. 75.), quae vix adaequant in pondere quartam unius grani partem, in maxime exiguis annulis argenteis *a*, *b* mobiles, *electrometrum* mihi suppeditant ad minimas electricitates explorandas aptissimum, quod non ita facile inverti potest.

628. Saussure electrometrum perfecit (*c*) aptando crystallino vasi metallicum fundum *X Z* (tab. XI. fig. 75.), cum quo communicant fasciolae stanneae *D d*, *D d* appositae interiori superficiei vasis, ut electricitas, quae inter experiendum inhaerere solet crystallo, facile transmittatur in fundum vasis. In parte vero inferiori vasis distribuit gradus in lineas, vel in partes aequales lineae, ex quibus innotescere posset major, aut minor staminum divergentia, ideoque major, aut minor electricitas atmosphaerae.

629. Ex electrometri observationibus colligimus, diversam esse atmosphaerae electricitatem, prout diversa est ejus temperies, et diversus est caeli status. Sic caelo sereno *electricitas positiva* augetur in *occasu solis*, et languescit *primo diluculo*. Vividior est *hiemali*, quam *aestivo tempore*, major fit, si *ningit*, minor vero si *pluit*.

(*b*) Paleis *allii succo illitis* aurum firmiter adhaeret, quin illarum pondus sensim adaugeatur.

(*c*) *Voyages dans les alpes*, T. II. pag. 205.

630. Electricitatis atmosphaericae causam tribuunt plurimi copiosissimo electrico fluido, quod vapores a tellure, et ab aereis stratis telluri proximioribus surripiunt, et secum in sublimem atmosphaeram deferunt, ubi illud se se expandit, aut etiam praeterfluit in nubes minori electricitate imbutas, et in atmosphaera, aut in nubibus consistit donec, densatis vaporibus, vel pluvia, vel nive, vel grandine, vel quolibet alio deferente corpore iterum ad tellurem perveniat. Hinc ratio patet cur in aereis stratis, quae a tellure magis distant, vividiora habeantur electrica signa; cur aestivo tempore frequentiores, et vehementiores procellae insurgant; etenim aestuante aere, innumeri vapores elevantur a tellure in atmosphaeram, maximamque secum deferunt electricitatis copiam (*d*).

CAPUT V.

De ceteris modis, quibus excitatur electricitas, praesertim vero de electricitate Galvanica.

631. Non solum corporum cohibentium frictione, verum etiam aliis diversis modis excitari

---

(*d*) De electricitate atmosphaerica consuli poterunt Monnier, *Memoir. de l'Ac. des Sc. de Paris* an. 1752 ..... Beccaria *dell' elettricismo atmosferico* .... *Dell'elettricismo artif., e naturale* ..... Saussure *Voyages des alpes*, T. II. c. 28 ..... Van. Troostwyk *de l'application de l' électricité à la Physique* §. 42., pag. 46., et seq ..... Volta *Opere* T. I. P. 2.

potest electricitas. Reapse nonnulli duri lapides a caloris actione electrici fiunt, quemadmodum contingere observamus in *topazio Brasiliae*, et praecipue in *lyncurio* (*e*), quod a Linneo nominatur *lapis electricus*.

632. Conspicua pariter nobis se produnt signa electricitatis in liquorum evaporatione, et in singulis fluidis elasticis, quae ex corporum fervore, aut in eorumdem combustione evolvuntur.

633. Electricitas oritur etiam in simplici metallorum contactu; etenim ex duobus *heterogeneis metallis* ad mutuum contactum positis, alterum fit electricum *positive*, alterum vero *negative*. Ab hujus fluidi actione oriuntur musculares commotiones, quas in animantibus omnium primus an. 1691 detexit Galvani (*f*); ideoque fluidum *Galvanicum* dictum fuit.

634. Celebris ille vir in Academia Bononiensi Anatomes Professor, cum non procul ab electrica machina deglupta rana jaceret, illam ex nervorum convulsione distorqueri fortuito vidit, dum ex illius discipulis alter eliciebat e conductore electricas scintillas, et alter eodem tempore nervum cruralem ranae scalpello tangebat. Galvani hunc motum pri-

---

(*e*) Priestley *Hist. de l'électric.* T. II. pag. 137. et T. III., pag. 397, et seq.

(*f*) Aloysii Galvani, *De viribus electric. in motu musculari.* pag. 2.

mum tribuit actioni electricitatis, sed repetitis experimentis observavit, excitari convulsiones in ranis, quando per diversa metalla earumdem nervi, et musculi inter se communicant.

635. Revera si deglupta rana *X* ita collocetur supra vitream lamellam *AB* (tab. XI. fig. 8.), ut illius medulla spinalis insistat argenteo nummo *R*, et pedes incumbant frustulo zinci *S*, mirabimur ranam vivida contractione affici, ubi per arcum *CD* ex ferro, aut ex aurichalco adducantur ad mutuam communicationem argentum, et zincum.

636. Metalla sub nervis, et musculis posita nuncupari solent *indusia*; quidquid vero inservit ad instituendam communicationem nervos inter, et musculos nominatur *arcus excitator*, vel simpliciter *conductor*.

637. Observatione compertum fuit, corpora quaedam ad galvanicos effectus producendos idonea esse, non item alia; haec dicuntur *cohibentia*, illa *deferentia* vocantur. In deferentium numero recensentur corpora humida, carbo, caro exuta cuticula, et metalla, inter quae potissimum praestant plumbum, zincum, argentum, et aurum. In cohibentium classe ponuntur corpora vitrea, resinosa, oleosa, animalium cuticula, eorumque pili, denique aer.

638. Corpora, quae actioni galvanicae subjiciuntur, sunt musculi, et nervi: phaenomena autem, quae expeditius consequimur in ranis, contingunt

etiam in caeteris animantibus omnibus recenter necatis (*g*).

639 Opinatus est Galvani (*h*) muscularem contractionem adscribendam esse electrico fluido animalibus omnibus insito, quod a cerebro separatur, et per nervos defertur ad singulas corporis partes, sed potissimum cumulatur, et residet in musculis, quorum oppositae fibrae *contrarie* electrica fiunt, ideoque imitantur parvulam Leydensem phialam.

640. Celeberrimus Eques Volta novis experimentis novisque inventis (*i*) apertissime demonstravit muscularem animantium contractionem oriri ab electricitate inhaerente metallis, minime vero musculis.

641. Reapse duo diversa metalla, uti *cuprum*, et *zincum*, dum sustentantur in altera superficie a corpore cohibente, et superficie altera omnino perpolita ad mutuum contactum adducuntur, contrariam electricitatem acquirunt; nimirum cuprum fit electricum *negative*, zincum vero *positive* (*k*).

(*g*) Humboldt *Exp. sur le Galvanis.*, Paris 1799. Sue *Hist. du Galvan.* T. I. Paris 1802. ..... Aldini *Essai théorique, et expérim. sur le Galvan.* T. I. par. II. Paris 1804.

(*h*) *De viribus electric. in motu musculari. Commentar.* p. 40. Aldini *De animali electric.* dissert. duae. Bononiae 1794. *Memorie sull' eletric. animale* di Luigi Galvani all'Ab. Spallanzani. Bologna 1797.

(*i*) *Collezione delle opere* del Cavaliere Alessandro Volta, T. II. P. I., et II. Firenze 1816.

(*k*) Volta *ibidem*, et T. I. P. I.

642. Ex hujus phaenomeni consideratione orta est *electrica pila*, quae ab inventore suo *pila Voltae* dicta fuit (*l*). Haec pluribus constat ex cupro, et zinco discis ea ratione alternatim superpositis, ut incipiente columna a cupreo disco, secundus sit ex zinco, tertius ex cupro, quartus ex zinco, et ita porro, adeo ut pila desinat in zincum. Ubi vero pars inferior pilae incipiat a zinco, huic superponitur cuprum, deinde zincum, eodemque ordine semper progrediendum, ut pars superior compleatur a cupreo disco.

643. Ut ignis, quem zincum abripit a cupro, se se effundere possit ad aequalitatem in alterum contiguum discum, post singulos binos ex cupro, et zinco discos collocatur vel *charta crassa*, vel *pannum salso humore saturatum* (*m*), quod in diametro non excedat discos, quibus apponitur. Quando pila incipit a cupro, et in zincum desinit, constanter experimur inferiorem pilae partem fieri electricam *negative*, superiorem vero *positive*; contra haec *negative*, et illa *positive* electrica fit, ubi pila incipiat a zinco, et in cuprum desinat (*n*).

(*l*) *Ibid.* T. II. P. II.

(*m*) Triginta aquae partes cum una tertia parte acidi sulphurici, et altera tertia parte acidi nitrici liquidum constituunt ad chartae, vel panni discos humectandos aptissimum.

(*n*) Consule laudatum Volta, T. II., P. 2., et *De l'électricité dite galvanique par Volta..... Annales de Chimie* 30 frimaire an. X. pag. 250.

644. Ad majorem superficierum contactum, singuli disci ex cupro ferruminari solent cum singulis discis ex zinco: prout autem disci majori diametro sunt, et numero majori, augetur etiam pilae efficacia et vis. Reapse quando pila constat 50, vel 60 ex cupro discis, totidemque ex zinco, quorum diameter sit duorum circiter pollicum, effecta consequimur tum physica, tum chemica, quae longe exsuperant ea (*o*), quae ab electrico communi apparatu habentur, ceu sunt commotiones, metallorum fusio, eorumdem in calcem mutatio, vis magnetica in ferro (*p*), aquae *decompositio*, aliaque

---

(*o*) Volta *ibidem*.

(*p*) De *experimentis electro-magneticis*, vide Bibliot. Univers. Scienc., et Art., T. XIV. pag. 274.....T. XV. pag. 137. an. 1720.... T. XVII. pag. 16., et pag. 125. an. 1821 . . . . . T. XX. pag. 123, et seq. an. 1822.

Etsi fluidi magnetici natura nos adhuc lateat, et nondum comperta sit vera causa, ex qua proficiscuntur magnetis phaenomena; attamen abs re non erit de magnete hoc loco praecipua innuere. Fortasse fiet, ut indefessa tentamina, quibus hac nostra aetate eruditis. Viri magnetis arcana investigare nituntur, illud in apertum adducant quod huc usque caliginosa nocte pertinax natura pressit. Magnes a Theophrasto *lapis herculeus* dictus, inter *fossilia* habetur, in fodinis ferri invenitur, ad se attrahit non solum *ferrum*, sed *cobalt*, et *nickel*; haec enim metalla ferreis particulis plurimum abundant. Etiam pluribus modis *ferrum naturale* magneticam vim acquirit, potissimum vero si perfricetur magnete, vel ferro jam magnetico fluido imbuto; modo frictio magnetis supra ferrum versus eamdem partem, et juxta eamdem directionem semper fiat. Magnes tum *naturalis*, tum *artificialis* in aequilibrio constitutus ex se obvertitur extremitate altera ad *austrum*, altera vero ad *boream*. Magnetis extremitates ejus *polos* constituunt; hinc excogitata

hujus generis phaenomena. Jure itaque laudatus Volta ex consensione phaenomenorum conjecit, naturam electrici fluidi non differre a fluidi Galvanici natura (*q*).

645. Quid vero sentiendum de peculiari *torpedinis* phaenomeno, quae dum vel manu, vel virga attingitur, confestim gravi torpore manus corripit, et lacertos vehementer commovet?

646. Hujus phaenomeni causam nuperrime in medium adduxit idem Volta (*r*). Censet inter hu-

---

fuit *acus magnetica*, *pyxis nautica* dicta, ex eo quod potissimum *arti nauticae* utilis sit; etenim apicibus suis plagam *australem*, et *borealem* indicat. Non semper, nec ubique extremitates acus adamussim, et directe respondent *austro*, et *boreae*; in aliquibus enim mundi plagis, acus magnetica modo versus *ortum*, modo versus *occasum* aliquantisper vertitur, ejusque *declinationis* gradus major, vel minor est, prout varia sunt in terris loca, ad quae defertur acus. Praeterea acus in fulcro librata, deflectit etiam ab horizontali linea, et quemadmodum *declinatio*, ita et illius *inclinatio* non est eadem ubique terrarum; sed potissimum se prodit, quando ex unius loci latitudine, ad latitudinem progredimur alterius loci. Nullam fere cernimus acus inclinationem sub *aequatore*; prout autem ad *austrum*, vel ad *boream* accedimus, ea extremitas acus, quae proximiorem *polum* prospicit, magis inclinatur. Demum constanter miramur polos magnetis ejusdem nominis se mutuo repellere, et polos contrarii nominis se se invicem petere. Sic *polus australis* magnetis *A* exhibitus *polo australi* alterius magnetis *B*, ambo se mutuo fugiunt, modo non sint in contactu: contra *polus australis* magnetis *A* ad se attrahit *polum borealem* magnetis *B*, et vicissim.

(*q*) Ibid. T. II., P. II., et *Identità del fluido elettrico col così detto fluido galvanico*, Memoria comunicata al signor Configliachi. Pavia 1814.

(*r*) *Ibidem.*

midas substantias, ex quibus coagmentatur corpus torpedinis, alias idoneas esse ad evolvendam electricitatem, alias vero ad illam expandendam. Reapse in dissectione torpedinis, observatum fuit organa electrica torpedinis constare pluribus *membranaceis canalibus*, in quibus maxima adest copia *pellicularum*, quae mutuo aliae aliis superpositae analogiam exhibent cum metallis, humidisque conductoribus, ex quibus *electrica pila* coalescit. Idem sentiendum de *anguilla tremula*, quae *Gymnoticus electricus* nominari solet, et de aliis piscibus (*ss*), quos tangere non possumus, quin concutiamur.

(*s*) Quinque innotescunt hujus generis pisces; nempe *Torpedo*, *Gymnotus electricus*, *Tetrodon patersonii*, *Trichiurus indicus*, et *Silurus electricus*. Vide Humboldt *traduit par Jadelot* pag. 451. Paris 1799.

INSTITUTIO XI.

De Luce.

CAPUT I.

De luce generatim, ejusque directione.

647. *Lucem* dicimus quidquid reddit corpora nobis conspicua (*a*); in definienda vero lucis natura dissentiunt Physici. Plurimi cum Cartesio (*b*) lucem esse censent *substantiam aetheream* tenuissimam, omnino fluidam, summe elasticam, et quoquoversus diffusam, cui a sole, et a caeteris corporibus lucidis motus imprimitur, qui proximioribus globulis *materiae aethereae* impertitur, subsequentibus deinde globulis communicatur, et ad oculos usque transmittitur, non secus ac vibrationes corporis sonori

---

(*a*) Theoriam de luce distinguere solent Physici in *optieam*, *catoptricam*, et *dioptricam*. *Optica* nomen duxit a graeca voce ὄπτομαὶ latine *video*, et agit *de luce directa*. *Catoptrica* ακάτοπτρον *speculum* dicta fuit, et effectus, ac leges lucis *reflexae* perpendit. *Dioptrica* complectitur phaenomena lucis *refractae*, et nomen habuit a graecis vocibus διὰ, et ὄπτομαὶ, quarum prima latine, idem est ac *per*, et altera *video*.

(*b*) *Philosoph. Princip.* P. III. n. 55.

propagantur, et ad aures transmittuntur aeris *intermedio*.

648. Recentiores opinantur cum Newtono (*c*) lucem oriri e tenuissimis particulis a corpore lucido summa vi, celeritateque summa prosilientibus.

649. In observandis eclipsibus primi satellitis Iovis animadvertit Roemer (*d*), non uno temporis momento propagari lucem, ut diu putarunt Physici, sed motu pernicissimo, celeritateque tanta moveri, ut in modicis distantiis propagatio lucis veluti momentanea haberi possit. Revera lux a sole ad oculos nostros pervenit intra 8 minuta, et 13 secunda; tempore igitur unius minuti primi lux percurrit quadragies centena millia leucarum, et ultra.

650. Ex umbra, quam corpora opaca luci opposita proiiciunt, apertissime argui potest lucis radios propagari per lineam rectam. Id evincitur etiam ex solis radio per exiguum fenestrae foramen in obscurum conclave immisso; progreditur enim radius in directum, quin ad latera flectat: reapse id tantum potest per visum conspici, quod, omni sublato obice, per lineam rectam oculo respondet.

(*c*) *Optices* lib. III. quaest. 29.

(*d*) Quod Roemer omnium primus detexit, confirmavit Dominicus Cassini, cujus tabulas *de motu proximioris satellitis* correxit Pound. Vide *transact. philosoph.* n. 361.

651. Quum igitur lux progrediatur per lineas rectas, ejus radii divergentes fieri debent, et quasi e centro per sphaeram propagari; hinc quo remotius erit objectum, ad quod pertingunt radii, eo magis in sphaericam figuram majoris diametri se se expandent. Sed vis, seu densitas lucis semper minor est, prout radii lucis minus invicem juncti sunt, minusque condensi: ergo objecta, quae magis distant a corpore lucido, minori etiam luce irradiantur. Jam vero superficies sphaericae sunt in ratione duplicata radiorum (*e*); vis itaque, seu intensitas lucis sequitur rationem inversam quadrati distantiarum, nimirum decrescit vis lucis, prout crescit quadratum distantiae.

652. Experientia idipsum nos edocet. In obscuro conclavi ita candelae accensae admoveatur liber ut legi possit, et legi ulterius nequeat si paullo removeatur; ad distantiam duplam transferatur liber, tunc solum legi poterit, cum quatuor candelae inter se pares sint accensae. Numerus porro 4 est quadratum numeri 2; ubi ergo distantia objecti a corpore lucido sit duplo major, densitas lucis erit quadruplo minor.

(*e*) Marta *Geom. Elem.* L. 8. prop. IX. Cor. II. pag. 174.

CAPUT II.

De luce reflexa.

653. Si radius lucis in superficiem ad splendorem usque edolatam, maxime vero in speculum incidat, retrovertetur (*f*). Quot vero occurrunt superficierum genera, totidem sunt specula; hinc alia sunt *plana, convexa* alia, et alia *concava*; cujusvis autem generis sint specula, *reflexio* lucis ordinatissime fit; constat enim experimentis (*g*), lucis radios ita a speculis reflecti, ut angulus *incidentiae* semper aequalis sit angulo *reflexionis* (*h*); ex quo principio universa theoria de luce reflexa pendet.

654. Hinc lucis radii sive paralleli, sive divergentes, sive convergentes incidant in speculum pla-

---

(*f*) Ante Newtonum censebant Physici lucis radios ea ratione reflecti, qua reliqua corpora reflectuntur, nempe per impactionem in solidas, et impervias corporum partes. Summus ille philosophus demonstravit, a vi quadam aequaliter per totam reflectentis corporis superficiem diffusa repelli lucis particulas, antequam ipsae corpus reflectens attingant. *Optices* L. II. Par. III. prop. VIII.

(*g*) Nollet *Leçons de phys.* T. V. pag. 94. et seq.

(*h*) Angulus, quem radius reflexus efficit cum speculo, vel cum tangente in puncto reflexionis, si speculum *convexum* sit, vel *concavum*, dicitur *angulus reflexionis*; angulus vero, qui fit a radio incidente cum ipso speculo, appellatur *angulus incidentiae*. Si ex puncto, in quo reflectitur radius lucis, erigatur *perpendicularis*, constanter inveniemus *angulum incidentiae* aequalem esse *angulo reflexionis*.

num, ita reflectuntur, ut post reflexionem eumdem semper inter se convergentiae, et divergentiae gradum, eumdemque ordinem servent.

655. Ratio itaque patet cur, in speculo plano imago objecti appareat ejusdem magnitudinis, quam revera extra speculum habet; et cur objectum tanto intervallo intra speculum distare videatur, quantum reapse distat ab adversa speculi superficie.

656. Enimvero radii a *speculo plano* reflexi eamdem divergentiam (654) servant, quam incidendo habebant: radii igitur lucis *S* (Tab. XII. fig. 77) incurrentes in speculum planum *XZ* reflectuntur a speculo versus oculum *O*, qui referet punctum *S* ad eam distantiam ultra speculum, in quam concurrerent radii, si prodirent ab oculo ea directione, juxta quam fuerunt versus ipsum immissi: sed radii concurrunt in puntum *Y* distans a speculo *XZ*, quantum ab ipso distat punctum *S*; objecta itaque in speculo plano eo magis, vel minus dissita apparent, quo objecta vel propiora, vel remotiora sunt a speculo.

657. In *speculo convexo*, cujus nempe superficies est convexa, quando radii in illud incidentes, sunt paralleli, in reflexione fiunt divergentes; si divergentes fuerint, magis a se recedent; si convergentes, minus convergentes evadent; quae quidem omnia experimentis demonstrat Nollet (*i*).

(*i*). *Ibidem* pag. 193, et seq.

658. Ex radiorum reflexione, eorumque concursu fit, ut in speculo convexo objecti imago videatur minor in magnitudine, ejusque distantia intra speculum minor appareat, quam sit distantia objectum inter, et exteriorem speculi superficiem: quo magis autem speculum erit convexum, eo minor etiam erit tum objecti imago, tum ejus distantia intra speculum.

659. Ponamus repraesentari speculum convexum a sphaerica superficie *EFGHLM* (Tab. XII. fig. 78.), objectum sit *AB*, et oculus sistat in *NO*. Radii *AF*, *AG* provenientes ex puncto *A* ita reflectentur a speculi superficie per rectas *FN*, et *GO*, ut si producerentur intra speculum, inciderent in *X*: etiam duo radii *BH*, *BL* sic retrovertentur per *HN*, et *LO*, ut producti per speculum concurrerènt in *Z*. Videbitur itaque objectum intra speculum in *XZ*; ideoque objecti magnitudo ejusque distantia intra speculum apparere debet minor.

660. E contrario radii incidentes in *speculum concavum* ad se invicem accedunt, nimirum magis convergentes fiunt, et in punctum unicum simul colliguntur, quemadmodum testantur experimenta (*k*). Et sane superficies speculi concavi considerari potest veluti efformata a pluribus exiguis superficie-

(*k*) Nollet *ibidem*, pag. 211, et seq.

bus planis, quarum aliae versus alias inclinatae speculum concavum constituant; sed radii in illas exiguas superficies incidentes efficiunt angulos reflexionis aequales angulis incidentiae (653); igitur propius ad se invicem accedere debent. Sic radii paralleli *AB*, *AB* (Tab. XII fig. 79), dum incidunt in speculum concavum *XYZ*, reflexione fiunt convergentes, et in puncto *F* concurrunt (*l*). Punctum hoc, in quo radii reflexi *BF*, *BF* simul junguntur cum axe speculi, appellatur *focus*, ejusque distantia a superficie reflectente adaequat ferme unam quartam partem diametri speculi. Hinc ratio patet, cur specula concava, caustica fiant, seu vim comburendi aquirant (563.); radii enim in foco collecti conjunctim in corpora agunt, et effectum, quem singuli separatim non possent, conjuncti praestant.

CAPUT III.

De luce refracta.

661. Dicitur lucem permeare *medium*, quando illius radii vel per aerem, vel per corpus quodli-

---

(*l*) Objecti imago, atque positio in speculo concavo non eadem semper videtur; major vel minor distantia ipsius objecti a speculo causa est hujus phaenomeni. Consul. Brisson. *Traité Elém.* de phys. T. II. §. 1256., et seq.

bet permeant; medium autem lucem transmittens vocatur *pellucidum*, seu *diaphanum*; et immutatio directionis, cui subjacent radii; dum ex altero in alterum medium transeunt, appellatur *lucis refractio*.

662. Experimentis, et observationibus innotescit (*m*) radium obliquum lucis transeuntem ex medio rariori in medium densius accedere ad perpendicularem, quae concipitur erecta ex illo superficiei puncto per quod radius ingreditur; recedere vero a perpendiculari cum e densiori medio in rarius transit. Nulla vero fit refractio ubi radius ex altero in alterum quodlibet medium perpendiculariter cadat.

663. Vis refringendi lucem universim major deprehenditur in densioribus, quam in rarioribus mediis; imo crescere videtur in ratione densitatis, exceptis tamen mediis ex aliquo principio combustioni apto constantibus, in quibus lucis refractio rationem densitatis superat (*n*).

664. Newtonus (*o*) opinatus est oriri lucis refractionem ex attractione, quae in exiguis distantiis (281.) exercetur lucem inter, et corporum *moleculas*. Quum enim, ait ipse, particulae medii densioris majori polleant attrahendi vi, quam molecu-

---

(*m*) Nollet *Leçons de phys.* T. V.
(*n*) Newtonus *Opti.* lib. II. Par. III. prop. X.
(*o*) *Opti.* lib. III. quaest. XXIX.

lae medii rarioris; ideo necesse est, ut radii lucis oblique transeuntes in medium densius, magis versus illud inflectantur, suamque directionem mutent, magis accedendo ad perpendicularem.

665. Eadem est ratio cur refringantur, et a perpendiculari recedant radii, quando e densiori medio oblique transeunt in rarius, uti ex aqua, vel vitro in aerem: dum enim ex aqua egrediuntur radii, magis ab ea attrahuntur, quam ab aere; radii itaque versus aquam inflecti debent, suamque directionem mutare recedendo a perpendiculari.

666. Lucis inflexionem in corpore primum detexit Grimaldi (*p*), eamque repetitis experimentis, atque observationibus confirmavit Newtonus (*q*). Profecto si solis radio in tenebricosum cubile per foramen exiguum immisso exponamus corpora, videbimus horum umbras effici ampliores, quam si radius directe lamberet sola corporum extrema (*r*); ad minimas igitur distantias agunt corpora in lucis moleculas.

667. Lucis radius per quaedam crystalla trasmissus duplici refractioni subjacet, ideoque in duos radios

---

(*p*) De *lum. color.*, et *Iride* pag. 9.

(*q*) *Opti.* L. III *obser. circa inflex. rad. luminis.*

(*r*) Haüi *Traité Elém. de phys.* T. II. §. 922, et seq. Paris 1806.; et Libes *Traité de phys.* T. III. pag. 152. *Ibidem* pag. 417. *Supplem. de la diffrac. du flui. lumin.* Paris 1813.

dividitur, duplicemque nobis offert objecti imaginem, uti contingere observamus in *crystallo Islandico* (*s*).

668. Quae de refractione hactenus constituimus, viam nobis aperiunt ad phaenomena expendenda, quae contingere observamus dum lucis radii ex aere in vitrum, vel ex vitro in aerem transeunt.

669. Objecti imago trans vitrum utraque superficie planum apparet eidem objecto aequalis. Id sane contingit ob duplicem, et oppositam refractionem, cui subjacent radii lucis: quantum enim refractione ad perpendicularem accedunt, dum permeant ex aere in vitrum, tantum etiam a perpendiculari recedunt, quando illi ex vitro in aerem transeunt.

(*s*) Crystallum Islandicum describit Newt. *Opt.* L. III. *quaes.* XXV; et in *quaes.* XXIX ejusdem lib. opinatus est inusitatam hujus crystalli *refractionem* oriri ex aliqua *attrahente vi* insita quibusdam tum crystalli ipsius, tum radiorum lucis particulis: quumque observaverit, vim hanc diversam esse in diversis partibus *molecularum* lucis; ideo illam comparavit cum magnetica vi, quae diversa est in duobus *magnetis polis.*

Malus in perpendendis effectibus, qui proficiscuntur ex vi, quam particulae crystalli exerunt in lucis *moleculas*, detexit hanc *vim attrahentem* agere in duos polos lucis, ea ferme ratione, qua *magnetica vis terrestris agit in acum pyxidis nauticae* . . . Consul. Biot. *Précis élément. de phys. expér.* T. II. lib. VII. *De la polarisation de la lumière*; et Haüi *description, et usage d'un appareil simple, et facile à manier, destiné aux expériences sur la lumière poralisée* . . . T. II. p. 391. trois. edit. . . . Paris 1821.

670. Vitra, vel crystalla, ex quibus instrumenta *dioptrica* fiunt, plerumque superficies habent sphaericas, et varias *lentium* species constituunt; sunt enim aliae utrinque *convexae*; aliae utrinque *concavae*; aliae *planae* sunt ex parte altera, et ex altera *convexae*, vel *concavae*; aliae denique partem alteram *convexam* habent, et alteram *concavam*. Verum, ne brevitatis limites praetergrediamur, praecipua tantum phaenomena innuemus, quae in lentibus utrinque *convexis*, et utrinque *concavis* observantur (*t*).

671. Experientia ob oculos ponit, vitrum convexum reddere radios lucis, a quibus traiicitur, magis convergentes, eosque in arcto spatio colligere, quod *focus* dicitur. 1.° Itaque majori luce collustrantur objecta, quae trans vitrum convexum conspicimus; impedit enim vitrum, quominus lucis radii dispergantur, et efficit ut versus oculum nostrum dirigantur plurimi radii, qui ad eum non pervenissent.

672. 2.° Objectum trans lentem convexam remotius nobis apparet. Et sane quando nudis oculis intuemur punctum *c* sagittae *XZ* (tab. XII. fig. 80.), punctum illud cernimus sub angulo *BcD*; sed in-

---

(*t*) Theoria de luce tam late patet ut integrum postularet opus, si quis vellet eam penitius pertractare. Cons. vero poterunt quae de *Optica* tradunt Newt., et Bouguer. Biot *Traité de phys.* T. III. et IV. Haüy *Traité Elém. de phys.* T. II. art. VIII. *de la lumière* 3. edit. Paris 18[illegible].

terposita lente *LO*, radii refringuntur in *r*, et *s*, sicque per *rm*, et *sn* feruntur ad oculum minus divergentes; propterea si extra oculum producantur, transeunt per *r*, et *s* in *C*, ibique sagittam in majori distantia exhibent: tritum est enim illud *dioptrices* axioma . . . *Objecta visa trans pellucidum per radios refractos, apparent in eo loco, in quo radii concurrerent, si ex oculis retroducerentur.*

673. 3.° Objecti imago apparet etiam major. Sagitta porro *xz* (tab. XII. fig. 81.) nudo oculo videtur sub angulo *xyz*; sed ob interpositam lentem *LO* radii *Ly*, *Oy* refringuntur, et convergentes ad oculum *y* pertingunt, iidemque in directum ex oculo producti sagittam repraesentant sub angulo *XyZ*, qui major est angulo *xyz*.

674. Sicut vitra convexa efficiunt ut radii lucis per ea transmissi convergant, et uniantur, ita ea, quae sunt concava, radios dispergunt, et separant; quamobrem si radii divergentes in lentem concavam incidant, postquam permeaverint lentem magis quam prius divergent, et radii qui convergentes pervenient ad lentem, post transitum minus convergent.

675. Hinc 1.° fit, ut in lentibus concavis nullus habeatur *focus*; ipsae enim radios lucis non colligunt, sed dispergunt; ideoque objecta trans hujusmodi lentes obscurius videmus, quam si ea nudis intueamur oculis.

676. 2.° Objecta quae per lentem concavam *LO* observantur, in minori distantia apparent, quam revera ipsa sint. Ita punctum *C* sagittae *XZ* (tab. XII. fig. 82.) nudo oculo cernimus per radios *CeM*, *CfN*; interjecta vero lente *LO*, radii refringuntur in *e*, et *f*, ac pergunt in *m*, atque *n*, et extra oculum producti concurrunt in *c*; ideoque apparebit sagitta in minori distantia, nimirum in *xz*.

677. 3.° Objecti imago trans lentem concavam inspecta apparet etiam minor. Sic sagittam *XZ* (tab. XII. fig. 83.), nulla interposita lente, conspicimus sub angulo *XyZ*; quando vero eam observamus trans lentem *LO*, radii refringuntur, ideoque per *e*, et *f* oculum subeunt, qui in directum producti extra oculum, transeunt per *m*, et *n* in puncta *x*, et *z*, ibique sagittam exhibent sub angulo *xyz* longe minori *XYZ*.

678. Phaenomena, quae lentes tum convexae, tum concavae exhibent, artem suppeditarunt, qua plura excogitarentur Optices instrumenta, quibus juvaretur oculorum nostrorum infirmitas; inter quae potissimun recensentur *conspicilla*, *telescopia*, et *microscopia* (*u*).

(*u*) De variis optic. instrum., vide Beudant *Essai d'un cours élém. et gen. des scien. phys.* L. VI. C. X., ubi describit etiam instrumentum vulgo dictum *camera lucida*, a Wollaston excogitatum, cujus ope objectorum imagines in charta alba delineari facile possunt.

679. Conspicilla sunt omnibus notissima, iisdemque utuntur qui ob aliquod oculorum vitium nec clare, nec distincte discernere possunt objecta. Telescopia *(v)* duabus, vel pluribus componuntur lentibus *(x)*, intra tubum rectum eo collocatis ordine, ut per eas objecta, quae longe distant, conspiciantur propinquiora, et multo majora. Microscopia *(y)* mirum in modum minutissima objecta augent, et illorum alia simplicia sunt, et alia composita *(z)*; prima ita nominantur, quia ex unica lente constant, ex pluribus vero altera.

680 Telescopii utilitatem abunde demonstrat astronomia; illius enim ope non modo plura caelestia corpora, veteribus prorsus ignota, detecta fuerunt *(a)*, sed etiam astrorum phaenomena facile expendere potuerunt astronomi; ideoque merito inter constellationes recensetur *telescopium (b)*. Mirum etiam in modum contulit microscopium ad naturae cognitionem longe adaugendam, perficiendamque; novos enim, ut ita dicam, nobis suppeditavit sensus

---

(v) A graecis vocibus τῆλε et σκοπὲω, latine *procul*, et *speculor*.

(x) Consul. Brisson *Traité élém. de Phys.* T. II. §. 1574., et seq. Paris an. VIII.

(y) A μικρὸν *parvum*, et σκοπὲω *speculor*.

(z) Vide Brisson *ibid.* §. 16 8., et seq ..... Haüi T. II. §. 1480. Paris 1821.

(a) Bailly *Histoire de l'Astr. anc. et mod.*

(b) Francoeur *Uranographie* pag. 230.

ad minimas, et nudis oculis inconspicuas corporum moleculas contemplandas, sicque, adhibito microscopio, innumera, maximeque utilia, atque jucunda claram in lucem prodierunt *(c)*, quae per tot saecula fuerunt Physicis omnino incomperta.

CAPUT IV.

De coloribus.

681. Recentiores omnes experimentis, et observationibus innixi consentiunt cum Newtono *(d)*, corporum colores a sola luce procreari. Re enim vera si in obscurum cubiculum per exiguum foramen *L* immittatur radius lucis *SL* (tab. XII. fig. 84.), qui oblique incidat in faciem prismatis triangularis *ABC* confecti ex solido vitro, vel crystallo, et cujus angulus sit 60 graduum circiter, antequam ingrediatur radius in prisma, vividam albedinem offert; at deinceps refractus a prima directione *SY* deflectit, et si excipiatur in charta alba posita ad distantiam 15, vel 16 pedum a prismate, radius e prismate egressus oblongam exhibebit imaginem, in qua conspicui fient septem colores eo distributos

---

(c) Microscope à la portée de tout le monde traduit de l'anglais de Henry Baker. Paris 1754.

(d) Opt. L. I. P. II, prop. 10.

ordine, ut incipiendo a colore, qui proximior est puncto *E*, sit *ruber* in *R*, post hunc *aureus* in *A*, deinde *flavus* in *F*, *viridis* in *V*, *caeruleus* in *C*, *purpureus* in *P*, *violaceus* in *U*. Quilibet color suum jugiter locum servat, et definitum semper spatium in colorata imagine occupat, quae si dividatur in 360 partes aequales, observabimus 43 partes constanter occupari a colore rubro, 27 ab aureo, 48 a flavo, 60 a viridi, et 60 pariter a caeruleo, 40 a purpureo, atque 80 a violaceo.

682. Patet igitur integrum radium lucis constare ex septem partibus, seu *radiolis heterogeneis* diversum colorem referentibus. Hinc juxta Newtonum *(e)* radii solares duplicis generis sunt, alii *compositi*, et alii *simplices*.

683. Compositi sunt ii, qui ex simplicibus, et *primigeniis* coalescunt, et diversos colores efficiunt, prout pluribus, aut paucioribus radiis constant. Simplices non conflantur ex aliis, et eumdem constanter colorem exhibent. Sic quando ita perfoditur charta *DE* (tab. XII. fig. 84.) in loco, quem occupat radius ruber, ut integer progredi ipse possit, quamvis in alio prismate excipiatur, vel quoquomodo rursus reflectatur radius, aut refringatur, eumdem semper colorem rubrum retinet, nec alium diversum induit *(f)*: etiam constantes, et perma-

(e) *Optiq.* lib. I. prop. 4.
(f) Newt. *Lec. opt.* P. I. sect. 2.

nentes sunt ceteri colores, nec immutantur, quando seorsim explorantur.

684. Oblonga imago *DE*, in quam se se disponunt radii lucis ob refractionem in prismate, apertissime demonstrat illorum alios magis, alios vero minus refringi; ita radii rubri minorem refractionem, quam caeteri patiuntur; transeuntes enim per prisma, minus recedunt a prima, et communi directione *S Y*; violacei autem, magis quam caeteri alii detorquentur a directione *S Y*, ex eo quod maxime refringantur a prismate. Reliqui radii intermedii majorem, aut minorem in proportione, refractionis gradum subeunt, prout propius violaceis, aut rubris adjacent *(g)*.

685. Quum septem colorati radii primarii, in quos lux decomponitur, neque per refractionem, neque per reflexionem (683) immutari possint, jam illud constat, quod de coloribus corporum asseruit Newtonus *(h)*; nimirum colorum varietatem in corporibus tribuendam esse peculiari cuidam molecularum corporum dispositioni, contextui, atque figurae. Haec omnia profecto in causa sunt, cur quaedam corpora aliud radiorum genus, quaedam vero genus aliud in majori copia, quam reliqua

---

(g) Herschell exquisitioribus thermometris explorando singulos radios lucis, observavit majorem inesse calefaciendi vim in rubro, quam in caeteris radiis, et progrediendo a violaceo ad rubrum, detenivit calefaciendi vim crescere uti 2 : 7.

(h) Opt. lib. II. P. II.

genera reflectant. Sic a minio, caeterisque rubris corporibus copiosissime reflectuntur radii rubri; et quo fit, ut hujusmodi corpora videantur *rubra*. Violae, et singula violacea corpora *sui generis* colorem prae caeteris reflectunt; ideoque colorem, quem inde *violaceum* dicimus, exhibent oculo, et ita deinceps; corpora enim omnia radios proprii coloris copiosius reflectunt, quam reliquos.

686. Quemadmodum autem lux nondum decomposita alborem refert (681), ita ubi omnes illius radii reflectantur a corpore, albedinis speciem exhibebunt oculo, nempe corpus apparebit *album*. Verum si omnes radios lucis corpus absorbeat, nullus color in ipso conspicuus fiet, et *nigredinis* sensationem suppeditabit. *Albedo* igitur, et *nigredo* prorsus oppositae sunt, et inter colores proprie recenseri non debent; albedo in pura luce consistit, et omnes in se colores includit; nigredo vero in lucis defectu, nullumque colorem exhibet, licet abunde illustretur a luce: illa gradatim crescit prout objecta omnes, aut fere omnes reflectunt colores lucis: haec major evadit prout objecta vel omnes, vel fere omnes colores lucis absorbent.

CAPUT V.

De oculo, et de praecipuis visionis phaenomenis.

687. Oculis mundi machinam admiramur, lucis pulchritudine fruimur, colorum varietate, omnium-

que rerum ordine, et proportione delectamur. Hinc merito Plinius..... *subjacent oculi, pars corporis pretiosissima, et qui lucis usu vitam distinguunt a morte* (i)

688. *Oculus* figuram habet ad sphaericam ferme accedentem, sed in anteriori parte protuberat; atque osseo cavo includitur, quod dicitur *orbita*; per cujus posteriorem partem perforatam ingreditur nervus opticus, qui e cerebro propagatur, et oculo nectitur.

689. *Bulbus* oculi tribus constat involucris, quae *tunicae* dicuntur, et sunt *schlerotica* (k), *choroides* (l), et *retina*. Prima totum oculi bulbum ambit, in fundo oculi opaca est, et satis densa; sed prout extenditur versus anteriorem oculi superficiem, fit magis tenuis, ac pellucida, ideoque ad radios lucis transmittendos apta, atque a pellucido cornu *cornea* dicta fuit.

690. *Choroides* sub schlerotica jacet, subnigri est coloris, ejusque pars anterior, quae respondet *corneae*, ob similitudinem suam cum uva, cui detracta sit cutis, *uvea* appellatur: in uveae centro foramen rotundum conspicitur, *pupilla* nuncupatum, quae aditum praebet radiis ad intimas oculi partes. Pupilla hoc

---

(i) Lib. XI. *Hist. nat.* c. 37.

(k) A Σκληρότης..... latine *durities*.

(l) A Κόρος..... *niger*.

gaudet motu, ut in majori luce contrahatur, in minori dilatetur; circulus vero pupillam circumambiens, a variis coloribus, quos refert, vocatur *iris*.

691. Tertium involucrum, seu tunica infra choroidem posita, vocatur *retina*; compingitur enim ad instar *retis* a nervo optico, qui se se in fundo oculi expandit.

692. Quot sunt tunicae, totidem etiam humores recensentur in oculo; *aqueus* nempe, *crystallinus*, et *vitreus*. *Humor aqueus* positus est inter *crystallinum*, et *corneam*; ex parte anteriori figuram *convexam* induit, ex posteriori *concavam*; ideo autem *aqueus* dictus fuit, quod limpidum se praebet, et eamdem ferme aquae densitatem habet, licet minus fluidus ille sit.

693. In exigua a pupilla distantia, et sub humore aqueo, stat *humor crystallinus* in figuram lentis *utrinque convexae* dispositus; ex parte vero posteriori magis convexus apparet, quam in anteriori; est etiam admodum pellucidus, et paullo densior aqua, ideoque radios lucis magis *refringit*.

694. Posteriorem oculi partem occupat *humor vitreus*, pellucidus, et magis concretus, quam humor aqueus, qui versus *crystallinum humorem* se se componit in figuram *concavam*, et ex parte retinae in *convexam*: ideo autem *vitreus* dicitur, quod fuso vitro quasi similis sit.

695. Quando itaque radii lucis per foramen pupillae ingrediuntur oculum, ob triplicem refractionem, quam

subeunt, nimirum 1.° in humore *aqueo*, 2.° in *crystallino*, demum in *vitreo*, ad se se continuo magis, et magis accedunt, atque in exiguum spatium coacti, simulque conjuncti ad retinam perveniunt, supra quam corporis imaginem delineant: haec per nervum opticum ad sensorium commune, ad cerebrum nempe defertur, eamque, juxta leges a supremo naturae Auctore sapientissime constitutas *(m)*, anima percipit, atque cognoscit.

696. Ponamus porro exhiberi oculo objectum *AD* luce perfusum (tab. XII fig. 85.): radii *AB*, *DF* ex alterutro puncto extremo *A*, et *D* incidentes in *corneam BEF*, dum transeunt per humorem *aqueum* densiorem aere, refractionem patiuntur; deinde magis refringuntur in humore *crystallino rs*, quia densior est aqueo; minus autem refringuntur radii permeantes ex crystallino in humorem *vitreum* minus densum. Quod de punctis extremis *A*, et *D* diximus, idem intelligatur de caeteris objecti punctis mediis inter *A*, et *B*.

697. Jam vero si fasciculi radiorum *ABE*, *DEF* ex punctis extremis objecti *A*, *D* in oculum *BEF* immissi, ita refringantur in humoribus oculi, ut radii provenientes ex *A* colligantur in retinae puncto *d*, et provenientes ex *D* in puncto *a*, supra

---

(m) De ratione, qua mens rerum imagines percipit, et cognoscit. Vide Verneium de re logica. Romae 1767.

ipsam retinam pingent claram, et distinctam ejusdem objecti imaginem *a d*, quae inversa erit. Id vel facile experiri quisque potest. Lucis radio per angustum fenestrae foramen in obscurum cubiculum immisso exponatur bovis, vel vituli recenter necati oculus denudatus tunicis opacis, mirabimur in hujus oculi fundo, ordine inverso, depictas externorum objectorum imagines, ex quibus lux provenit.

698. Quaeret fortasse quispiam, cur non inversum, sed eo, quem extra oculum habet ordine, et situ conspicuum nobis fiat objectum, et cur, licet imago in gemino oculo depicta sit, non geminum, sed unicum objectum conspiciatur.

699. Natura duce semper objecta referimus ad radiorum extremitatem juxta rectas lineas, per quas radii ad *pupillam* perveniunt, et ad retinam transmittuntur; consequitur igitur ex naturae lege, quod objectum non inverse, sed in suo naturali statu videri debeat.

700. Quamvis autem objecti imago in gemino oculo depicta sit; tamen unicum conspicimus objectum, ex eo quod objectorum imagines incidant in *plana* utriusque *retinae* sibi mutuo *respondentia* (n), sicque alterutra impressio in retinis uniformiter, aequaliter, eodemque tempore fiat; ideoque unicam sensationem producat. Reapse quando oculorum alter

---

(n) Beudant *Essai d'un cours élém. des Scien. Phys.* §. 367.

digito attollitur, vel deprimitur, vel ad latera inclinatur, quum imagines in retinis depictae amplius non consistant in duobus planis sibi ipsis invicem *respondentibus*, objectum apparet geminum. Sic ebrii, et furiosi, quando in eo ebrietatis, et furoris statu sunt, ut oculos amplius dirigere nequeant, dupla vident objecta.

701. Quum itaque corpora ideo conspicua fiant, quia eorumdem imago in fundo oculi pingitur, jam sequitur ea corpora apparere quiescentia, quae eamdem semper occupant retinae partem; contra in motu videri illa, quae continenter locum mutant in retina, sive corpora ipsa e loco in locum transferantur, sive spectator, motum suum non percipiens, moveatur. Hinc ratio patet cur nos, qui communi cum tellure motu singulis diebus transferimur ex occasu in ortum (406), videamus moveri solem contraria directione, nimirum ex ortu in occasum.

702. Hisce delibatis de oculi structura, et de mirifico visionis artificio, mox praecipua innuam, quae visionis vim laedere solent. Haec sunt, imperfecta tunicarum structura, nimia humorum densitas aut raritas, minor liquorum pelluciditas, oculi, et nervi optici debilitas, et hujus generis alia.

703. *Myopes* (o), vel quod habeant *corneam*

(o) A Μυωπάζω . . . latine *nihil procul cerno*.

membranam plus aequo protuberantem, vel *humorem crystallinum* nimis convexum, et remotiorem a *retina*, proxima tantum objecta clare, et distincte vident, confuse vero quae sunt remotiora.

704. Quum radii e remotioribus punctis in oculum myopis immissi valde refringantur in *cornea*, vel in *crystallino* maxime convexo, jam fit ut radii prius colligantur, quam retinam attingant, sicque confusam objectorum imaginem effingant: ideoque ut ipsi distincte videant, admovere adeo debent objectum oculis, ut punctum, in quo radii convergentes coeunt, incidat in retinam. Hinc utuntur Myopes *conspicillis*, seu vitris utrinque concavis, quae radios magis divergentes reddunt (690), eosque a se invicem sejungunt, antequam in oculum ingrediantur, ut ipsi post refractiones, quas in oculo subeunt, colligantur supra retinam, ibique claram, et distinctam objecti imaginem pingant.

705. *Praesbitae (p)* contra vel objecta removere magis debent ab oculis, vel convexas lentes adhibere, ut clare, et distincte objecta videant. Eorum oculi profecto ita sunt constituti, ut *corneam* habeant valde planam, et *crystallinum humorem* parum convexum, vel admodum propinquum retinae; ex quibus fit, ut remissius refringantur radii in crystallino humore: hinc dum illi ex propinquioribus objectis

---

(p) Πρεσβύτης . . . . *senex.*

immittuntur in oculos praesbitae, sejuncti, et dispersi ad retinam perveniunt, et ultra ipsam ea fit radiorum unio, a qua distinctio imaginis, adeoque visionis necessario pendet.

706. Ut igitur praesbitae clare, et distincte videant, vel objecta magis ab oculis removent, ne radii ex objectis emissi, ob oculi depressionem simul jungantur antequam retinam attingant, vel conspicillis convexis utuntur (673), ut priusquam radii ingrediantur oculum, magis convergentes fiant, et post refractiones, quas illi in humoribus oculi subeunt, colligantur supra retinam, sicque clare, et distincte objecti imaginem exhibeant.

INSTITUTIO XII.

De Meteoris.

CAPUT I.

De meteoris generatim.

707. Phaenomena, quae in atmosphaera contingunt, *meteora* nuncupantur; meteora diversi generis sunt prout a diversa causa producuntur, et diversa est ratio, qua nobis se produnt: oriuntur alia ex abrupto aeris aequilibrio, et *aerea* nominantur, cujusmodi sunt *venti*.

708. Nonnulla nobis se offerunt iisdem characteribus, quibus se prodit combustio, et *meteora ignea* dicuntur, uti sunt *fulmen*, *fulgur*, *tonitru*, *bolis*, *aerolites*, *aurora borealis*, *trabs*, et *stellae decurrentes*.

709. *Meteora aquea* proficiscuntur ab aqueis particulis in aere natantibus, quae, ob imminutam pressionem, vel immutatam atmosphaerae temperiem, in tellurem decidunt, et prout varia sunt adjuncta, modo fluidam, modo concretam formam referunt: hujus generis sunt *nebula*, *nubes*, *pluvia*, *turbo*, *grando*, *nix*, *ros*, *atque pruina*.

710. Meteora alia pendent ab actione, qua mo-

leculae aquosae per atmosphaeram diffusae reflectunt, vel refringunt (653, et 661.) solares radios; hinc *meteora lucida* nominantur. Inter haec praecipue recensentur *Iris*, *Halo*, *Parhelion*, *Paraselene*, *et Virgae*. De singulis breviter dicam.

CAPUT II.

De meteoris aereis.

711. Aeris agitatio, seu aeris strata im motu posita, et majori, vel minori velocitate ex alio in alium locum praeterfluentia ventum creant; ex varia autem directione, et variis horizontis punctis, unde flare ipse solet, vario etiam nomine donatur. Sic ventus *Borealis* dicitur si a *borea* proveniat; *Notus*, vel *Auster* si ab *Austro*, et versus *Boream* tendat; *Subsolanus* quando ab *Oriente* spirat; nominatur denique *Favonius*, vel *Zephyrus* si ab *occasu* exoriatur.

712. Dividuntur etiam venti in *generales*, et *constantes*, in *periodicos*, seu *anniversarios*, et in *variabiles*, seu *vagos*. Generales et constantes semper ab eadem parte flant, uti subsolanus, qui inter duos tropicos erumpit, atque constanter ab ortu in occasum tendit.

713. Periodici seu regulares dato tempore spirant a quodam horizontis puncto juxta datam directionem; post inde per aequale fere tempus flant

ab alio horizontis puncto, et in contrariam tendunt directionem. Sic venti in mari indico a mense octobris usque ad mensem maji procedunt a parte inter meridiem, et ortum sita; a mense vero maii ad octobrem usque fluunt ex parte inter occasum, et septentrionem posita. Exurgunt etiam venti in terra et mari, qui mane spirant a mari versus terram; vespere vero a terra versus mare.

714. Variabiles seu vagi neque semper ex eadem plaga erumpunt, neque per idem tempus durant, neque periodum constantem servant, nec demum eodem impetu debacchantur.

715. Nonnulli porro censebant ab attractione solis, et lunae (*a*) quosdam ventos oriri; sed opinantur recentiores attractionem hanc, solum minimas, et simplices oscillationes in atmosphaeram inducere, minime vero sensibilem motum (*b*). Quemadmodum autem variae sunt causae, ob quas aequilibrium in atmosphaera abrumpitur, ita variae etiam esse solent causae ventorum (*c*).

716. Profecto si caloris actione aer alicubi rarefiat, quum fluida constanter ad aequilibrium tendant, proximiores aeris columnae in spatium atmosphaerae rarefactum praeterfluent, praeterfluendo

---

(*a*) *Transact. Londin* num. 183.

(*b*) Haüy *Traité Elém. de phys.* T. I, §. 464 trois. edi. Paris 1821.

(*c*) *De ventis* vide Musschenbroek *Introd. ad phys.* T. II. cap. ultimo.

ventum gignent: verum tum ex caloris, tum etiam ex frigoris actione in aeris elasticitatem, et fluiditatem, venti possunt excitari.

717. A nivis solutione quosdam ventos procreari observavit Hippocrates, idemque confirmarunt Verulamius, Mariotte, aliique plures; quando enim solvuntur nives, innumerae aeris particulae a frigore in nive detentae libertatem nanciscuntur, quod sine aeris commotione fieri nequit (*d*). Hinc frequentes sunt venti septentrionales; accedente enim sole ad *tropicum cancri*, solvuntur septentrionales nives; contra vero australes venti dominantur autumnali tempore, quia dum sol ad *capricornum* tendit, nives in australi plaga liquefiunt.

718. Electricus ignis ex tellure in atmosphaeram fluens, et ex hac in tellurem descendens, ipsimet copiosissimi vapores, quibus alternatim oneratur, atque exoneratur atmosphaera, nobis aliam suppeditare videntur ventorum causam.

719. Venti fomites latitare quoque possunt in terrae visceribus. Et sane si ex corporum effervescentia, quae sub tellure contingere solet, plurimus producatur aer, summo impetu per telluris rimas erumpet, et obstacula disiiciet. Id sane testantur quam plurimae cryptae ventum emittentes; hujus generis venti etiam ex marium profunditate

(*d*) Musschenbroek *ibidem*. Varenius *Geographia univers*. lib. 1.

R. Università di Torino
ISTITUTO DI FISICA

quandoque prosiliunt, eorum aquas subvertunt, et in caelum subvehunt, quae deinceps acervatim gravi pondere corruunt, quasi e nubibus effusae, quemadmodum sub fine decembris superiori anno contigit, non sine maxima navium, et navigantium pernicie.

720. In definienda venti velocitate plurimum elaborarunt Physici, quin tamen voti compotes facti sint: venti enim modo majori, modo minori celeritate pollent. Observavit Mariotte (*e*) ventum quamquam celerrimum, ut arbores divellere possit, percurrere pedes 32 intra minutum secundum. Derham vero (*f*) expertus est hujusmodi ventum percurrere spatium duplum, imo pedes 66 intervallo unius minuti secundi. Id unum nos non latet incredibilem ferme esse ventorum velocitatem; quandoque enim tanto impetu bacchantur, ut arbores infringant, eradicent; muros, domos, et templa prosternant, integrosque pagos evertant. Luctuosissima hujus devastantis venti phaenomena non longe a *Cariniano* evenerunt an. 1817. die 11. julii (*g*).

(*e*) Tom. II. Par. II. disc. III.

(*f*) *Teolog. physic.*

(*g*) A summo mane quoquo versus recumbebat Cariniani terris densa caligo, qua brevi a surgente sole fugata, huc et illuc per caelum visae sunt dispersae nubeculae, quae sub meridie occasum versus progredientes in amplum nimbum se collegerunt. Inter haec frigidus procellosus ventus exortus est, et illico caelum a longe quater intonuit. Post inde venti vehementiores facti, et stri-

CAPUT III.

De meteoris igneis.

721. Inter meteora ignea primo loco posuimus *fulmen*; est autem fulmen immanis electrica scin-

---

denti murmure inter se luctantes, contorto vortice pulverem extollebant, qui ad instar densae nubis natabat in aere. Ad quinque minuta hic tristissimus fuit adspectus atmosphaerae; quando ventus insolito impetu irruens, et ex occasu in ortum modo recte, modo oblique furens, truncum confregit robustæ quercus; plura disjecit arbustula, eradicavit alia: culmos nondum falci suppositos torsit; triticum a maturis aristis omnino eduxit; et frumentum recenter sectum, et in manipulos collectum sustulit, dispersit. Non procul stat ampla villa solido, et alto circumvallata muro, oblique spectans agros a procelloso vento devastatos. Murum hunc ventus aequavit humo; structiles columnas in cavaedio erectas dejecit, interiores ampli foenilis, vastaeque domus parietes utrinque per plures exapedas evertit; tecta secum rapuit; raptosque lateres, et confractas trabes, tritici paleas, et ingentem bipedarum pulverem evexit: quae omnia a furenti vento sursum acta, spectantibus exhibuerunt subrubram columnam, quam igneam credidit indoctus popellus. Dum per aerem sublata corpora torquentur in gyrum, mutuo conflictant, altoque murmure circumfremunt, eorum aliqua cecidere, graviterque plures percusserunt agricolas, quorum alter intra biduum e vita cessit; alter vero post octavum diem adhuc erat in summo vitae discrimine. Patet ad villam aditus per januam in limine porticus: haec firmiter clausa obstitit primum furenti vento, qui per rimas tabulati e porticu irruens in quoddam cubiculum bipedis stratum, has sejunxit, divulsit, sibique viam aperuit disiiciendo robustas ex ligno valvas, quibus occludebantur fenestrae; quarum alteram a summo deorsum bifariam dispescuit, et alteram e cardinibus evulsam longe transtulit. Sed inter haec impetus venti januam decussit, eamque secum tulit per auras; tantaque fuit debacchantis venti vis, ut ad 100 exapedas, et ultra, procul a do-

tilla, seu torrens electrici ignis, qui vel ex tellure redundante (617) in atmosphaeram deficientem, vel ex redundante atmosphaera in tellurem deficientem, vel ex nube in nubem praeterfluit. Lux, qua fulmen nobis se prodit, dicitur *fulgur*, et ab ingenti vi qua disiicit aerem, oritur *tonitru*. Sed sonus intra minutum secundum percurrit exapedas 173 (459); igitur si quot enumerantur minuta secunda (*h*) inter inspectam fulguris lucem, et auditum tonitru, multiplicentur per 173, comperta nobis erit distantia puncti, in quo primum fuit aer a fulmine (*i*) disjectus.

722. Fulmini affinis est *Bolis*, nimirum ingens globus igneus, rapidissime per aerem praeterfluens, post se caudam trahens, quae sensim minor eva-

---

mo, exportaverit querneam tecti trabem, quam vix duo robusti homines elevassent. Luctuosissima haec omnia perdurarunt ad quinque circiter minuta: pacato tandem vento cecidit per breve tempus minutissima grando, subiit vero per tria, quaterve minuta tenuis pluvia, post inde ad serenam faciem immutatus est dies.

(*h*) Arteriae pulsus in homine athletice valente, aequivalent minutis secundis.

(*i*) Plinius lib. II. c. 79 Hist. Nat. ait: *neque aliud est in terra tremor, quam in nube tonitrum, nec hiatus aliud quam cum fulmen erumpit, incluso spiritu luctante, et ad libertatem exire nitente.* Quod igitur electricum fluidum in aere praestat, id ipsum, caeteris paribus, in terrae visceribus efficere valet, potissimum si actioni praeterfluentis electrici ignis addatur, cum celeberrimo Professore Gandolfi, fluidum aeriforme, quod plurimum oritur in telluris visceribus ex *decompositione pyritum*. . *De terrae motu* consule Equitem Ioannem Vivenzio . . *Istoria de' tremuoti.* Nap. 1788.

dens in aciem desinit, et longitudine sua non raro quater, vel quinquies diametrum globi excedit. Bolis modo per superiores, modo per inferiores atmosphaerae regiones decurrit, et saepe impetu summo displodit; ejusque effectus a fulminis effectibus non differunt (*k*).

723. In Albano monte prope Romam biduum continenter lapidibus pluisse colligimus ex Livio (*l*). Plinius (*m*) ipse lapides e caelo cecidisse testatur. Hujusmodi phaenomenon, quod olim inter fabellas habebatur, nunc inter meteora recensetur. Constat enim tum ultimo elapso saeculo (*n*), tum hoc nostro aevo descendisse plures e caelo lapides, qui *aerolites* dicti sunt (*o*). Corticem habent subnigrum, et interiora strata sunt cineracei coloris. Quemadmodum autem, si electricus ignis terram invadit, quam in calcem, in scobem, in vitrum redigere possit, illam in lapidem convertit, quem *fulmineum* appellat vulgus (*p*); ita *aerolites*, qui in explosione

---

(*k*) Bolis an. 1749 in medio oceano observata, eo crepitu explosit, ac si centena tormenta bellica una displosa fuissent: malum navis, quae in distantia 100, et ultra pedum erat, in sexcenta fragmenta disjiecit: malum alterum fudit: quinque homines prostravit, et unus combustus fuit. Musschenbrock *Introductio ad Phi. nat.* T. II. c. 2511.

(*l*) Dec. III. L. 5. C. 6.

(*m*) Lib. II *Nat. Hist.* C. 58.

(*n*) Libes *Traité de Phys.* T. III. pag. 401., et seq. Paris. 1813.

(*o*) A graecis vocibus ἀηρ latine *aer*, et λιθος *lapis*.

(*p*) *Teoria elettrica* pag. 130, § 293, Ivrea 1791.

bolidis in tellurem quandoque decidunt, ejusdem bolidis effectibus adscribendos esse censemus.

724. Opinati sunt plurimi etiam *auroram borealem* effici ab electricitatis actione (*q*); sed hujus phaenomeni caussa nos adhuc latet. Id unum compertum est ab aurorae borealis praesentia electricas fieri acies metallicas *separatas* (572), et acus magneticae directionem immutari (*r*). Nomine *aurorae borealis* designamus lucem, quae noctu in boreali caeli parte interdum splendet, illamque plagam illustrat, imitando solis ortum. Haec lux sub forma *arcus* apparet, qui modo majus, modo minus caeli spatium occupat, et in nube, quae constituit basim arcus, cernuntur radii celeriter ascendentes, atque coruscantes, qui sub diversa forma nobis se produnt, et caelum quoquoversus pulcherrimis flammis hinc inde serpentibus fulget.

725. Beccaria electricitatis principiis innixus (*s*) explicare adgressus est cetera meteora ignea, quae a diversa forma, sub qua nobis apparent, diverso etiam nomine donantur; inter quae potissimum re-

---

(*q*) Beccaria *Dell'elett. nat.* Cap. VII. Torino 1753 ....
PaetsVan Troostwyk *de l'application de l'électricité à la Physique* sect. II. Cap. 1. Amsterdam 1788.
Et Brisson *Traité élém. de phys.* T. III, §. 2608. Paris an. VIII.
(*r*) Mairan *Traité phys. et hist. de l'aurore boréale*, pag. 450, et seq.
Et Biot *Précis élém. de phys. expér.* T. II. pag. 755. Paris 1815.
(*s*) Idem, et *Elettr. atmosfer.* lett. XV. Bologna 1758.

ceuseri diximus *trabem*, et *stellas decurrentes*. *Trabs* est ignis oblongus parallelus horizonti, et quando tumescit in medio suae longitudinis, *dragò* vocatur; dicitur vero *capra saltans*, si pendentibus laciniis appareat, susque deque ad instar caprae saltitet.

726. Denique *decurrentes stellae* sunt ignes, qui noctu ita per aerem moventur, ut mutare videantur caeli partem; ubi vero ad tellurem pertingant, *stellae cadentes* nuncupantur.

727. Sunt et alii ignes, qui in superficie telluris irregulari cursu moventur; hi fugientes homines insequuntur, et insequentes fugiunt, ideoque *ignes fatui* vel *ambulones* dici solent; potissimum conspicui fiunt in sepulcretis, et ubi aquae stagnantes putrescunt, eorumque causa generatim tribuitur hydrogenio, quod in corporum putrefactione evolvitur, et ab electrico fluido accenditur.

728. Ad ignes fatuos non sunt referendae luces, quae malos, antennas, et funes navium, nec non hominum capillos, ac animalium pilos lambere conspiciuntur, inde dicti *ignès lambentes*. Hujusmodi luces apparere solent aut furente procella, aut vix illa pacata; sunt enim totidem *penicilli* (591), vel *stellulae electrici ignis* (*t*).

(*t*) Referente Caesare lib. 19. de bell. Afr. *Subito imbre, grandineque consecuta, nocte intempesta, quintae legionis pilorum caeu-*

CAPUT IV.

De meteoris aqueis.

729. In perpendendis meteoris aqueis exordiar a nebula, quae est congeries vaporum, et exhalationum in aere innatantium, maxime apparens circa paludes, et fluvios. Quando nebula altius in atmosphaeram assurgit, efficit *nubes*.

730. Quamquam oriuntur nubes e vaporibus per atmosphaeram diffusis, qui congeri solent a ventis contraria directione spirantibus; attamen ipsa contraria electricitas in causa esse potest cur vaporum alii uniantur aliis, et nubibus consocientur nubes. Reapse caliginosa nocte, in ea caeli parte, qua procella imminet, nubes interius coruscare, et fulgurare videmus: interdiu vero observamus nubeculas huc et illuc per caelum dispersas celeriter ad plagam procellae affluere, et in densum nimbum coire.

---

mina sua sponte arserunt. Nautae quando unicam ex hisce lucibus inspiciunt, eam vocant *infaustem Helenam*, quam veluti tristis ominis nunciam habent. Exhilarantur autem cum gemina lux fulget, eamque *Castoris*, *et Pollucis* nomine donant; hinc ex vetusta credulitate cecinit Horatius od. 3, lib. I. *Fratres Helenae lucida sydera.*

Pinarolii an. 1760, mense junio, vix pacata saeva procella, visae sunt noctu plures electricae luces haerere domorum tectis, atque arborum vertici .... *Beccaria Lettera a Monsignor Casati.* Torino 1780.

731. Quando autem vapores, ex quibus constant nubes, quoquomodo (517) densantur in aquam, tunc graviores facti, cum amplius non librentur in aere, decidant necesse est.

732. Vapóres in aquam conversi non semper sub eadem forma, nec eadem celeritate in tellurem descendunt. Sic *pluvia* modo tenuis, modo major est, et quandoque etiam urceatim pluit. Censent nonnulli majores, vel minores fieri pluviae guttas, prout magis, vel minus propere vapores densantur in aquam, earumque celeritatem respondere altitudini atmosphaerae, ex qua cadunt. Beccaria (*u*), aliique plures opinati sunt, nubes in aquam resolvi a contrariae electricitatis (580) actione, cui potissimum adscribunt procellosas pluvias, quae aestivo tempore summa vi decidunt, fere continuo fulgurante, ac vehementissime tonante caelo.

733. Interdum observatur quaedam subnigra nubecula, quae *oculus bovis* vocatur a nautis, et nuncupari etiam solet modo *praester*, modo *tuba*. Brevi major fit nubes, et in columnam, fere semper conicam, se se componens, descendere videtur usque ad maris, vel telluris superficiem. Dum

---

(*u*) *Dell'elettricismo atmosferico lettere al Beccari; e dell'elettricismo naturale* lib. 2 ...

Et *de l'application de l'électricité à la physique, et à la médicine* par A. PaetsVVan Troostwyk.

columna nubis rapidissime a vento torquetur in gyrum, aquam, aliaque corpora sustollit, et intus saepe fulget, ac tonat. Meteora haec frequenter contingunt in mari, rarius in terra. In mari grave periculum imminet nautis, nisi tormenti bellici ictibus columna nubis disiiciatur; quando enim *tuba* navem invadit, corripiuntur, lacerantur vela; ipsa navis subinde attollitur, et in descendendo vel submergitur, vel ab ingenti obruitur aquarum copia, quae in illam dilabitur. Beccaria (*v*), et alii inferunt *tubae* causam ex electrico fluido. Reapse quum gutta aquae pendula stat in basi *electricae virgae*, et quam proxime ad guttam suppono craterem aqua plenum, video guttam extendi ad instar *tubae*, et ad eam attolli aquam crateris; gutta interim crepitat, fremit, et lucet. Quod igitur terrifico mortalium fato natura molitur, ars jucunde imitatur.

734. Iidem nubium vapores, qui pluvias tum tranquillas, tum procellosas inducunt, frigore concreti *grandinem* aestate, et *nivem* hieme efficiunt.

735. De grandinis origine alii aliter sentiunt (*x*). Quemadmodum autem experimentis a Leslie institutis colligimus aquam evaporatione (497) in glaciem verti; ita opinamur, a copiosissima eva-

---

(*v*) Ibidem.

(*x*) Beccaria, et Paets VVan Troostwyk *ibidem*. Vide etiam Volta T. I. P. II. pag. 353, et seq.

poratione, cui potissimum aestivo tempore subjacent nubes, produci frigus, quod grandinem efficit in atmosphaerae regione, cujus altitudo minor quandoque est altitudine, in qua efformatur nix: observamus enim procellosas nubes minime consistere in sublimiori atmosphaera.

736. Ad nivem quod spectat, statim ac vapores aquei versus tellurem decidunt, et atmosphaerae strata incurrunt, quorum temperies adaequet congelationis gradum; tunc vapores frigore adstricti ad nos perveniunt et albicantes floccos, quos *nivem* dicimus. Sed nivoso caelo maxime se prodit electricitas (629); inferre itaque licet electricum *fluidum* ad aequilibrium tendens conjungere gelidos vapores ad aequales angulos; ideoque efficere floccos nivis regulares, et ferme semper exagonos (494). Ventorum autem impetus, celeritas, qua nix quandoque decidit, summa nivis copia, et majus, aut minus atmosphaerae frigus in causa sunt, cur nivis flocci interdum sua careant regulari figura.

737. Humor, qui instar pluviae prorsus insensibilis, ingruente nocte, ex aere decidit, ac terrestria corpora perfundit, dicitur *ros*, et oritur ex tenuissimis vaporibus, qui e tellure in altum assurgunt, abeuntque in minimas guttulas, statim ac aer, cui insident, post solis occasum frigore corripitur.

738. Etiam paullo post ortum solis irroratur tellus; etenim non omnes vapores, qui a calore solis elevantur interdiu, vespere labuntur; quando

vero surgente sole, calor iterum in atmosphaeram diffunditur, sicuti aeris particulae citius calefiunt, et dilatantur, quam vapores aquei, ita ii amplius non librantur in aere; ideoque in tenuissimas guttulas decidunt.

739. Ante solis ortum conspicuae fiunt in plantarum foliis, et truncis quaedam guttulae, quae sane confundi minime debent cum rore, qui ex atmosphaera dilabitur. Humor porro telluris e radicibus per universum plantarum ambitum ascendens, abit in tenuissimas particulas, quarum aliae vegetationi, et nutritioni inserviunt, aliae vero per exhalantes poros (27. n. 9.) perspirant, et effluunt: hae interdiu avolant cum vaporibus in aerem, sed noctu frigore densantur, et foliis, ac truncis inhaerentes guttarum formam induunt, quae tum copia, tum magnitudine, tum etiam adhaesionis loco inter se differunt, prout plantae diversae sunt.

740. Ros non solum efficit ut reviviscant herbae, et plantae, quae nimio solis ardore flacescere solent, verum etiam mirum in modum confert ad aequilibrium componendum electrici ignis atmosphaeram inter, atque tellurem; saepe enim furentes procellae insurgunt, ubi per aliquot dies vel ros deficit, vel ejus copia valde imminuitur.

741. Si aer satis frigidus sit, tunc ros in glaciem vertitur, quae plantas, superficiemque telluris obducit, et haec glacies dicitur *pruina*. Itaque nihil aliud est pruina, nisi *ros congelatus*. Pruina quan-

doque oritur etiam e nebula, et ex animalium halitibus, qui vaporibus adhaerescunt. Hinc hieme saepe cernimus floccos nivi simillimos haerentes arborum ramis, aedium parietibus, et animantium pilis: huc etiam referendae sunt glaciatae concretiones, quae sub diversa figura apparent in fenestrarum vitris.

742. Quid autem erunt sanguinis, tritici pluviae, et hujus generis aliae? Illa, quae *pluvia sanguinis* dicta fuit, quia rubro colore suffusa cecidit, censetur oriri vel ex rubicundo pulvere, vel ex insectis rubeis a ventorum vi ex altera in alteram orbis telluris partem translatis. Idem sentiendum de reliquis pluviis, quas vulgus *portentosas* praedicat.

CAPUT V.

De meteoris lucidis.

743. Meteora lucida a refractione, et reflexione lucis oriuntur. Inter haec praecipuum locum tenet *iris*, nempe arcus versicolor in caelo apparens, quando contemplamur pluentem nubem, et solem a tergo habemus, cujus altitudo supra horizontem non excedit 42 gradus.

744. In iride septem distinguuntur colores eodem distributi ordine, quo ipsi nobis exhibentur a prismate (681); nempe incipiendo a parte inferiori cernimus *violaceum*, *purpureum*, *caeruleum*, *viridem*, *flavum*, *croceum*, *rubrum*.

745. Non raro duplex eodem tempore apparet iris, cujus centrum est idem: inferior appellatur *iris primaria*, superior autem *iris secundaria*. Haec iisdem coloribus exornata cernitur, quibus primaria, sed debiliores sunt, et ordine inverso dispositi; scilicet in iride primaria color *ruber* occupat partem superiorem arcus, et *violaceus* inferiorem; in iride autem secundaria, *violaceus* stat in superiori parte, et *ruber* in inferiore. Interdum visa fuit etiam *tertia iris*, cujus color longe dilutus erat (*y*).

746. Physici adscribunt iridis colores diversis modis, quibus solis radii refringuntur, et reflectuntur, dum subeunt guttas aquae, vel ex iis emergunt. Reapse quando lux solis incidit in guttas fontis salientis, et solem habemus a tergo, pulcherrimam iridem videmus. Etiam virentia gramina, et arborum folia rore conspersa, circa ortum solis, saepe nobis repraesentant iridis colores.

747. Quemadmodum sol, ita et luna iridem quandoque gignit, sed ejus colores multo minus distincti sunt, minusque vividi coloribus iridis, quae efficitur a radiis solaribus: lux enim, qua fulget luna, longe debilior est luce solari (*z*).

(*y*) Verneius *De re physica* T. III. pag. 181.

(*z*) Frustraneum foret, ut animadvertit auctor philosophiae Lugdunensis phys. T. II. pag. 206, ea de iride tironibus tradere,

748. *Halo* (*a*), sive *corona* est lucidus annulus modo albus, modo varii coloris, qui solem interdiu, lunam, et alia sidera noctu, quandoque circumcingit. Efficitur halo in moleculis vaporum ita per atmosphaeram dispositis, ut radii lucis per ipsas transeuntes refringantur, atque refracti ad spectatoris oculum perveniant: hinc numquam apparet halo sereno caelo, sed plerumque caelo rara nebula consperso, aut aere gelu correpto; et ex varia refractione, quam subeunt radii, varios etiam nobis halo exhibet colores.

749. *Parhelion* (*b*) est imago solis, quae observatur ad latera veri solis, et oritur e radiis reflexis lucis; ejusque figura est ferme rotunda, nec in diametro excedit apparentem diametrum solis.

750. Ex ipsa lucis reflexione ortum habet *paraselene* (*c*), sive imago verae lunae; atque, teste Plinio (*d*), etiam tres lunae interdum visae sunt; quod phaenomenon observarunt et alii.

751. Tandem *virgae* sunt radii solares, qui per hiatus, et intervalla nubium transeuntes, extenduntur versus tellurem, et dum inter descendendum

---

quae mathesis demonstrationibus nituntur. Qui plura exoptat, videat Musschenbroek T. II. § 2440.

(*a*) αλως, latine *corona*.

(*b*) A graecis vocibus παρά, *prope*, et ηλιος *sol*.

(*c*) σελην *luna*.

(*d*) *Hist. Nat.* Lib. II. c. 32. *Transact. Philosoph.* N. 489.

vaporibus atmosphaericis occurrunt, refringuntur, et in coloratos radiolos separantur.

752. Meteora lucida, praesertim vero *parhelion*, et *paraselene* haberi solent a vulgo tamquam infausti ominis signa: ex tradita autem illorum origine abunde patere arbitror, verissimam constare Cl. Gassendi sententiam (*e*), nimirum *non puerile modo, sed stupidum etiam omnino videri ea pavitare ex istis signis, quae homines certatim somniant.*

(*e*) Epist. *De parheliis Romae visis.*

INDEX.

In Physicam experimentalem Prolusio pag. 5
Physicae experimentalis Institutio I. *De praecipuis corporum proprietatibus.*
Caput I. *De corpore generatim, ejusque extensione, et impenetrabilitate* . » 16
Cap. II. *De corporum figura* . . » 18
Cap. III. *De partium numero* . . » 20
Cap. IV. *De corporum porositate* . » 24
Cap. V. *De inertia* . . . . . » 29
Cap. VI. *De gravitate generatim, potissimum vero de terrestri* . . . . . » 31
Institutio II. *De motu.*
Cap. I. *De motu generatim* . . » 37
Cap. II. *De motu simplici, et uniformi* » 42
Cap. III. *De motu composito* . . » 48
Cap. IV. *De virium aequilibrio, et de gravitatis centro* . . . . . » 51
Cap. V. *De aequilibrio in machinis, et de resistentiis pervincendis in machinarum usu* 56
Cap. VI. *De motus collisione, et refractione* 72
Cap. VII. *De motu perpendiculari gravium* . 81
Cap. VIII. *De motu per plana inclinata, ubi de pendulis* . . . . . » 86
Cap. IX. *De motu projectionis* . » 96

Cap. X. *De corporum motu in orbitis curvilineis, ubi de viribus centralibus* . pag. 99
Institutio III. *De corporibus liquidis.*
Cap. I. *De aequilibrio, et motu liquidorum* 108
Cap. II. *De solidorum aequilibrio in liquidis* 113
Cap. III. *De liquidis per exigua vasium lumina effluentibus* . . . . » 119
Institutio IV. *De attractione moleculari, seu de affinitate chemica.*
Cap. I. *De affinitate chemica generatim* » 125
Cap. II. *De cohaesione, et adhaesione* » 129
Cap. III. *De tubis capillaribus* . . » 132
Institutio V. *De gravitate universali, seu de attractione physica.*
Cap. I. *De gravitatis universalis actione in corpora caelestia, ejusque in agendo lege* » 136
Cap. II. *De gravitatis universalis actione in aestu maris* . . . . . » 140
Institutio VI. *De corporibus caelestibus, eorumque praecipuis phaenomenis.*
Cap. I. *De astris generatim, et de vario astrorum genere* . . . . . » 144
Cap. II. *De sphaera caelesti* . . » 150
Cap. III. *De systemate caelesti* . . » 159
Cap. IV. *De inaequalitate dierum, et noctium, et de temporum vicissitudine* » 170
Cap. V. *De phaenomenis lunae, et de eclipsibus* . . . . . » 175
Institutio VII. *De aere atmosphaerico, et de*

praecipuis fluidis aereis inventis a recentioribus.
Cap. I. *De aere atmosphaerico generatim, ejusque fluiditate* . . . . pag. 181
Cap. II. *De praecipuis proprietatibus physicis aeris atmosphaerici, et de sono* . » 182
Cap. III. *De aeris necessitate ad vitam, vegetationem, et combustionem* . . » 190
Cap. IV. *De praecipuis fluidis aereis detectis a recentioribus, et de aeris atmosphaerici compositione* . . . . . » 192
Institutio VIII. *De aqua.*
Cap. I. *De aquae natura* . . . . » 200
Cap. II. *De vario statu, sub quo nobis aqua se prodit* . . . . . » 202
Cap. III. *De origine aquae, et de variis aquae speciebus* . . . . » 212
Institutio IX. *De igne, seu de calorico.*
Cap. I. *De igne generatim, et de proprietate, qua ad aequilibrium se componit* . » 217
Cap. II. *De praecipuis ignis effectibus* » 222
Cap. III. *De ratione, qua elici solet ignis* » 228
Institutio X. *De igne electrico.*
Cap. I. *De igne electrico generatim, et de praecipuis hypothesibus, quibus explicari solent phaenomena electrica* . . » 232
Cap. II. *De ratione, qua in electrico apparatu ignis excitatur, et de signis, quibus ille se prodit* . . . . . » 237

Cap. III. *De peculiari proprietate, qua corpora cohibentia electrica fiunt ad explosionem* . . . . . pag. 244
Cap. IV. *De electricitate atmosphaerica* » 247
Cap. V. *De caeteris modis, quibus excitatur electricitas, praesertim vero de electricitate Galvanica* . . . . » 253
Institutio XI. *De luce.*
Cap. I. *De luce generatim, ejusque directione* » 261
Cap II. *De luce reflexa* . . . » 264
Cap. III. *De luce refracta* . . » 267
Cap. IV. *De coloribus* . . . » 275
Cap. V. *De oculo, et de praecipuis visionis phaenomenis* . . . . » 278
Institutio XII. *De meteoris.*
Cap. I. *De meteoris generatim* . » 286
Cap. II. *De meteoris aereis* . . » 287
Cap. III. *De meteoris igneis* . . » 291
Cap. IV. *De meteoris aqueis* . . » 296
Cap. V. *De meteoris lucidis* . . » 301

Praecipua Errata	Lege
Pag. 8 n. (*l*) quibus cavere	quibus carere
ib. n. (*m*) opera manum ejus	opera manuum ejus
60 L. 3 erit $P \times P$	erit $P \times FP$
ib. 4 $K \times FR$	$R \times FR$
ib. 18 (tab. II. fig. 13)	(tab. II. fig. 12)
ib. 23 duplo major *FR*	duplo minor *FR*
78 22 velocitate in se transmissam	velocitatem in se transmissam
79 1 per *CP*, et efficiet	per *CE* , et efficiet
83 4 *Adg* , *ATX*	*Adg* , *AΓU*
85 ult. *TX*, ascenderet ex puncto *X* in *A*	*TU* ascenderet ex puncto *U* in *A*
90 10 motu horizontali *AD*	motu horizontali *BD*
91 18 ex puncto *EX*	ex puncto *X*
96 9 moto composito	motu composito
97 27 *MN*, *BC*, et gravitate sua	*MN*=*BC*, et gravitate sua
100 8 diagonalem *AP*	diagonalem *AD*
ib. 13 diagonalem *FZ*	diagonalem *FL*
104 n. (z) vide Nollet	vide apud Nollet
110 l. 19 (tab. VI figuris 40 , 41 , et 43)	(tab. VI. figuris 41 , 42 , et 43)
119 5 spiritus vini coalescit	spiritus vini calescit
162 3 Vesta , Pallas, Ceres , et Juno	Vesta , Juno , Ceres et Pallas

224	L. ult. comparetur cum gradibus	comparentur cum gradibus
272	6 *objecta visa trans pellucidum*	*objecta visa trans medium pellucidum*
299	11 et albicantes floccos, quos	et albicantes floccos exhibent, quos

V. Tosi R. A.

Baretta AA. LL. P. et R.

V. Si stampi
Ferraris Moderator.

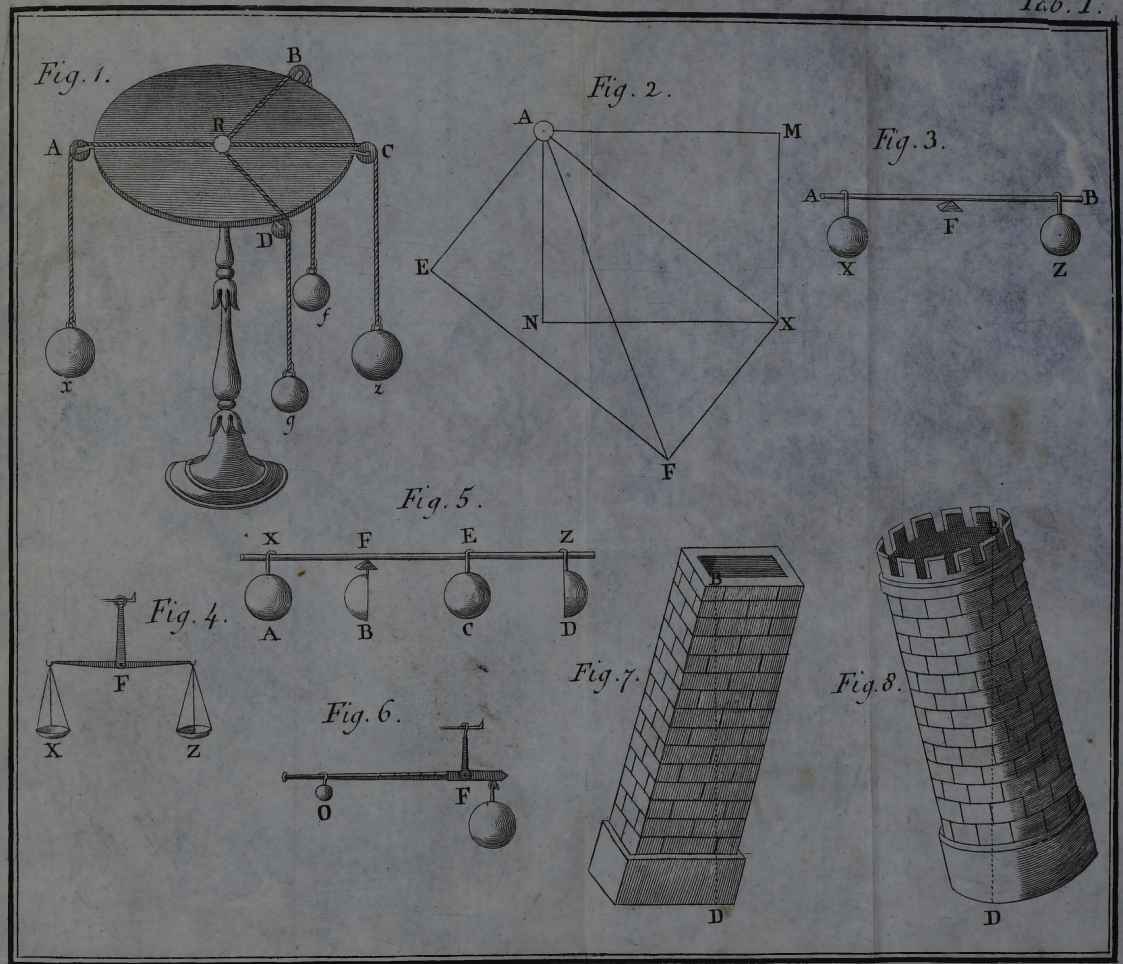


Fig. 1.
B
R
A
C
D
f
x
g
z
Fig. 2.
A
M
E
N
X
F
Fig. 3.
A
B
F
X
Z
Fig. 5.
X
F
E
Z
A
B
C
D
Fig. 4.
F
X
Z
Fig. 6.
O
F
Fig. 7.
B
D
Fig. 8.
B
D

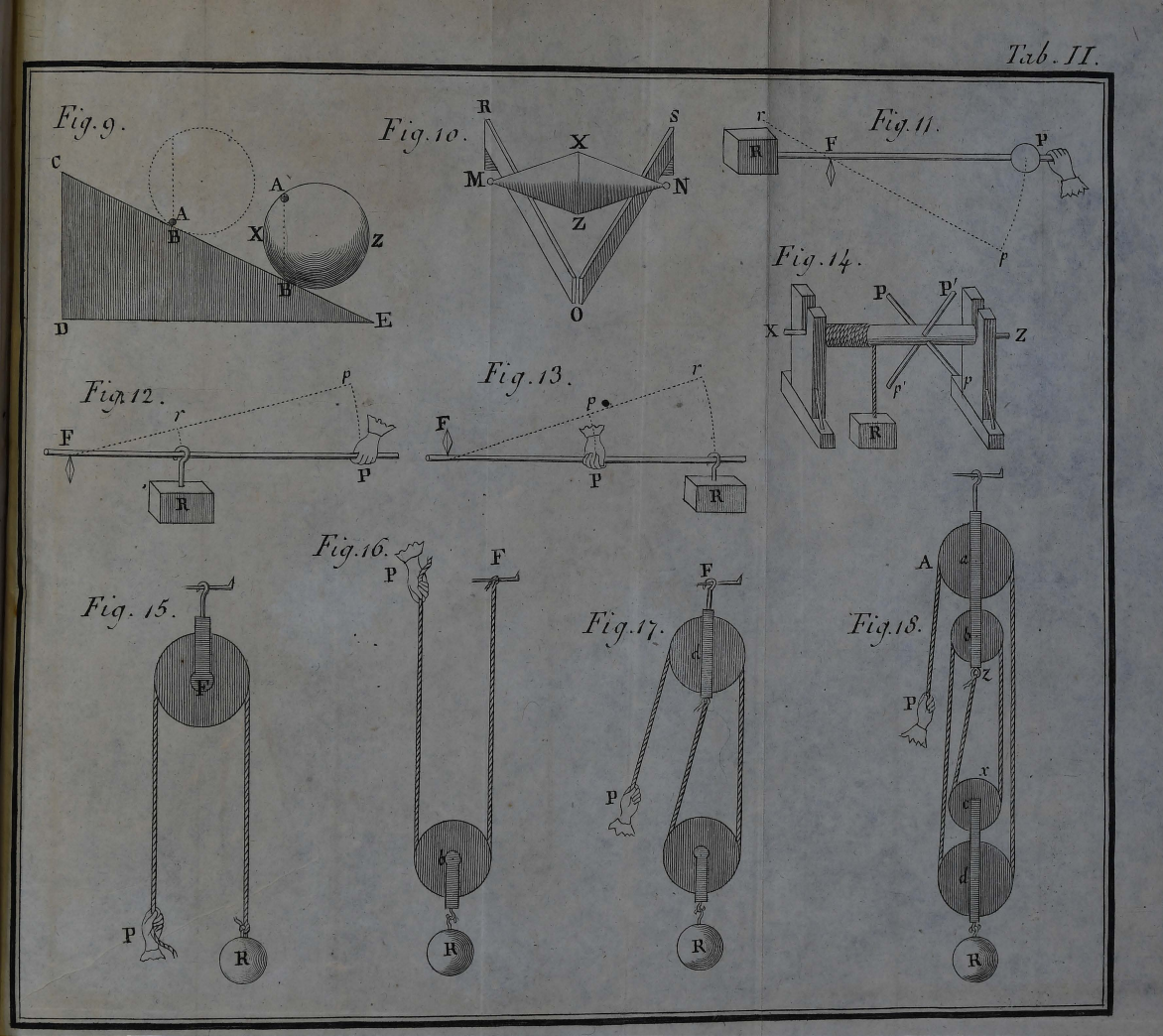


Fig. 9.
C
A
B
X
A
Z
B
D
E
Fig. 10.
R
S
X
M
N
Z
O
Fig. 11.
r
R
F
p
P
Fig. 14.
P
P'
X
Z
p'
p
R
Fig. 12.
p
r
F
P
R
Fig. 13.
r
p
F
P
R
Fig. 15.
P
P
R
Fig. 16.
P
F
b
R
Fig. 17.
F
a
P
R
Fig. 18.
A
a
b
z
P
x
c
d
R

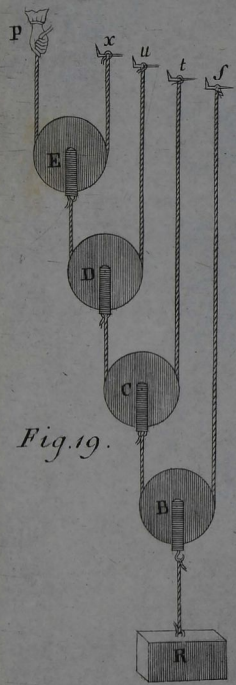


Fig. 19.

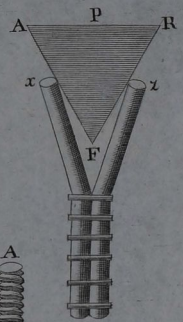


Fig 20

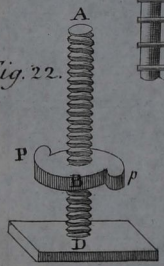


Fig. 22.

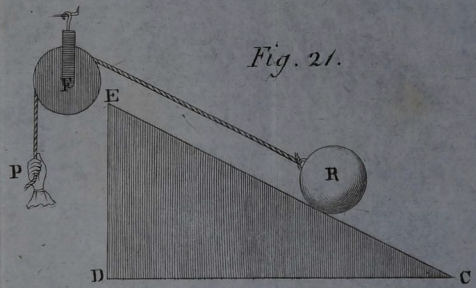


Fig. 21.

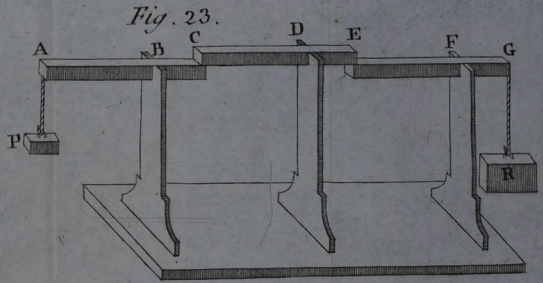


Fig. 23.

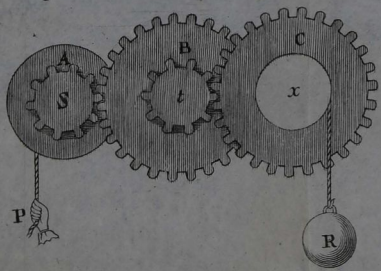


Fig. 24.

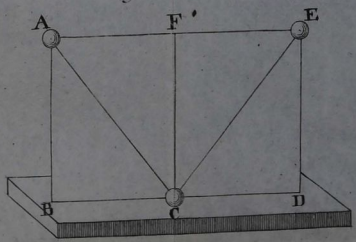


Fig. 25.

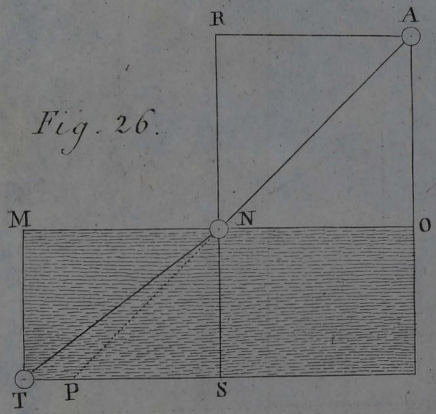


Fig. 26.

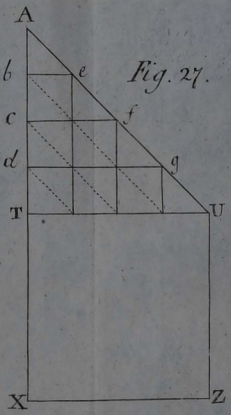


Fig. 27.

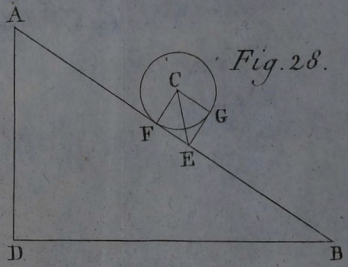


Fig. 28.

Experimenta a Ricciolio instituta			
Vibrationes penduli	Tempora insumpta	Summa Spatiorum	Spatia singulis temporibus percursa
6	1	15	15
12	2	60	45
18	3	135	75
24	4	240	105
30	5	375	135

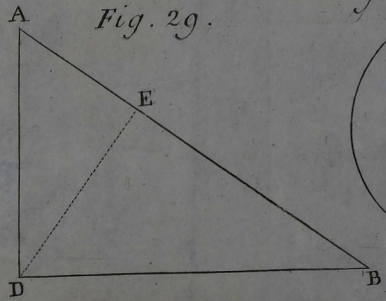


Fig. 29.

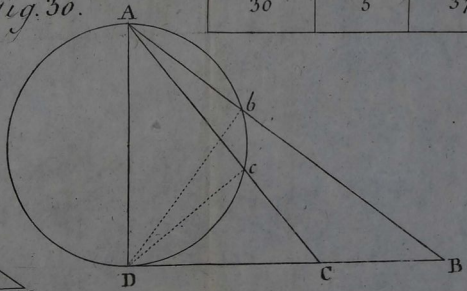


Fig. 30.

Fig. 31.

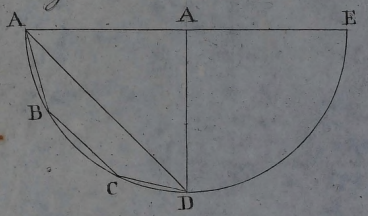


Fig. 32.

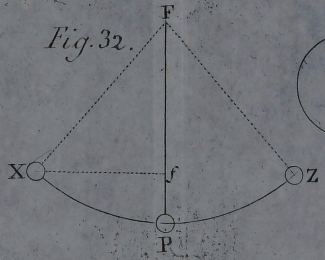


Fig. 33.

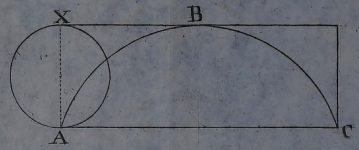


Fig. 34.

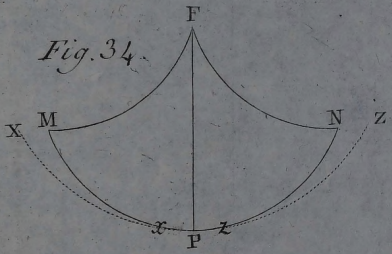


Fig. 35.

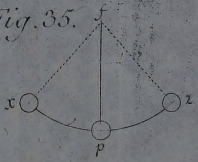


Fig. 36.

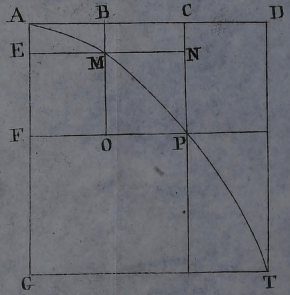


Fig. 37.

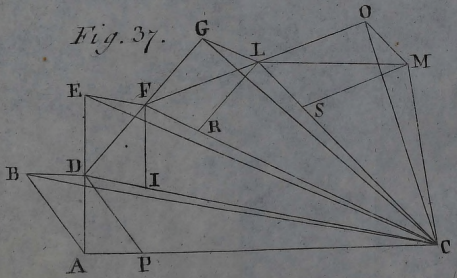


Fig. 38.

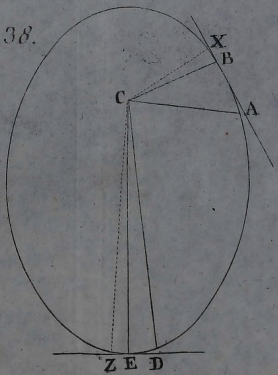
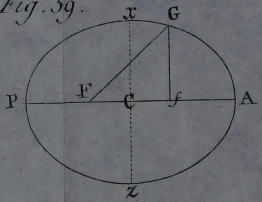


Fig. 39.



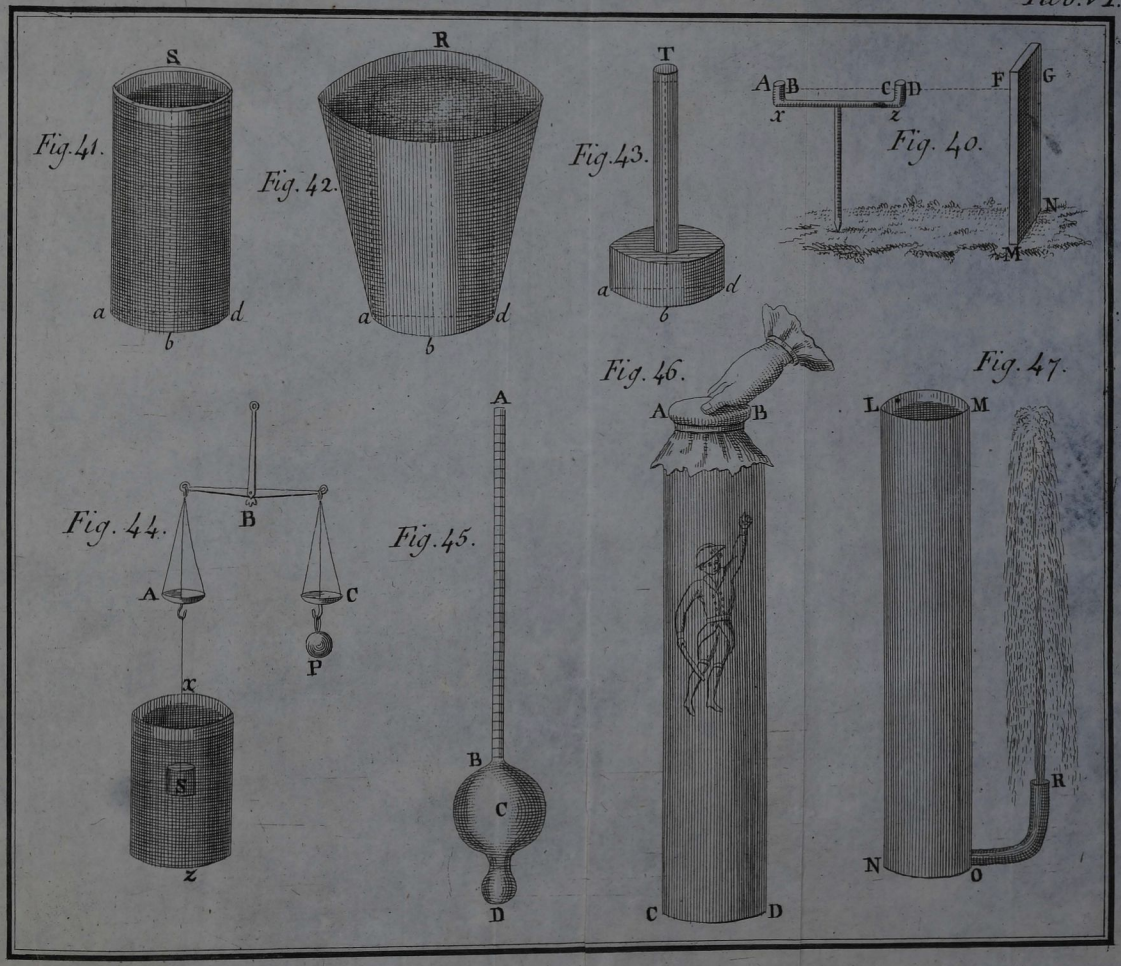


Fig. 41.
S
a
b
d
Fig. 42.
R
a
b
d
Fig. 43.
T
a
b
d
Fig. 40.
A
B
C
D
x
z
F
G
N
M
Fig. 44.
B
A
C
P
x
S
z
Fig. 45.
A
B
C
D
Fig. 46.
A
B
C
D
Fig. 47.
L
M
R
N
O

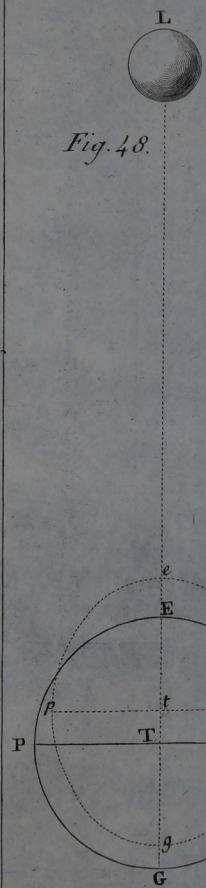


Fig. 48.

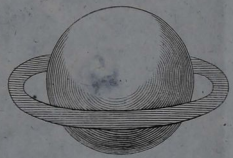


Fig. 49.

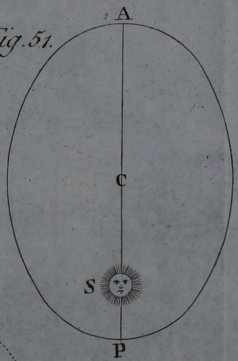


Fig. 51.

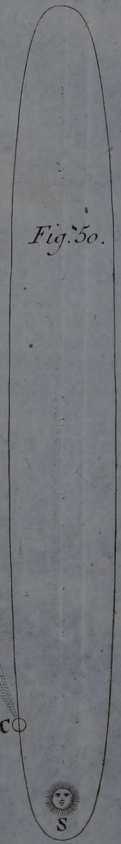


Fig. 50.

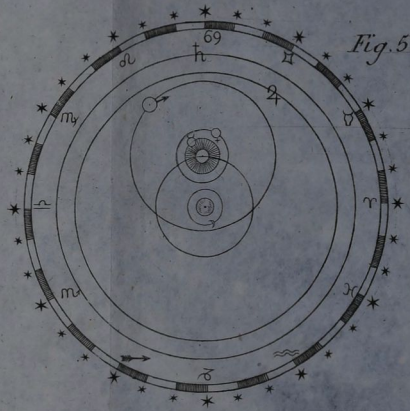


Fig. 53.

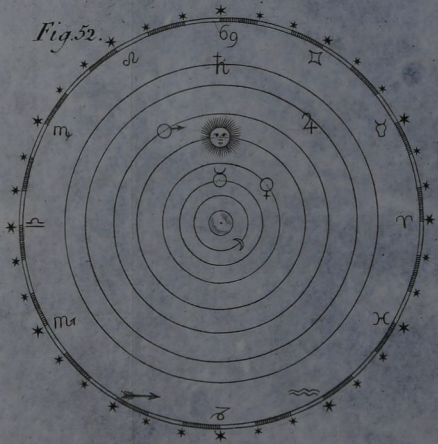


Fig. 52.

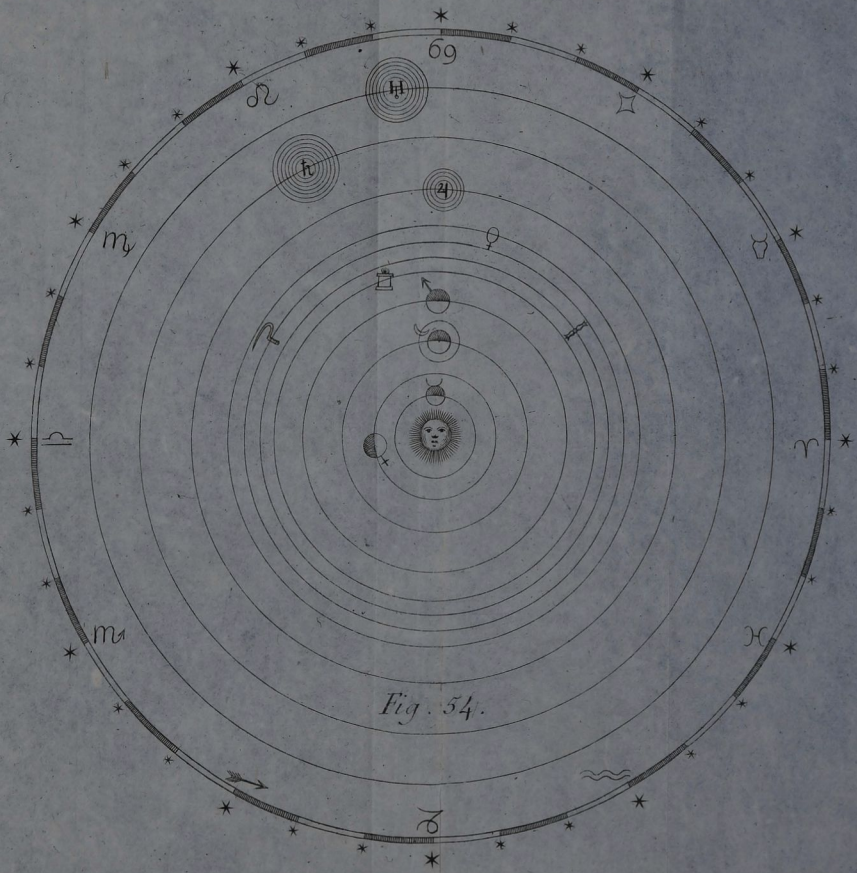


Fig. 54.

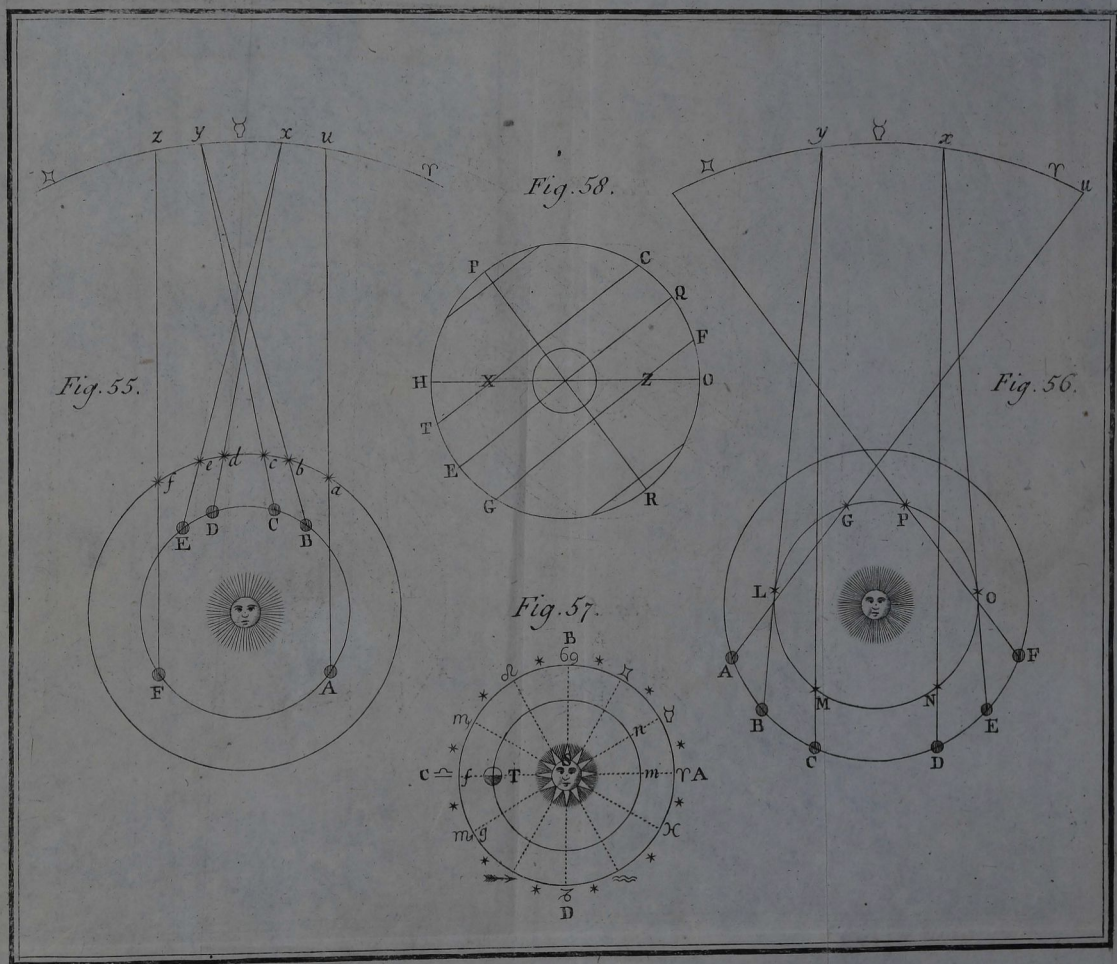


Fig. 55.
Fig. 56.
Fig. 57.
Fig. 58.

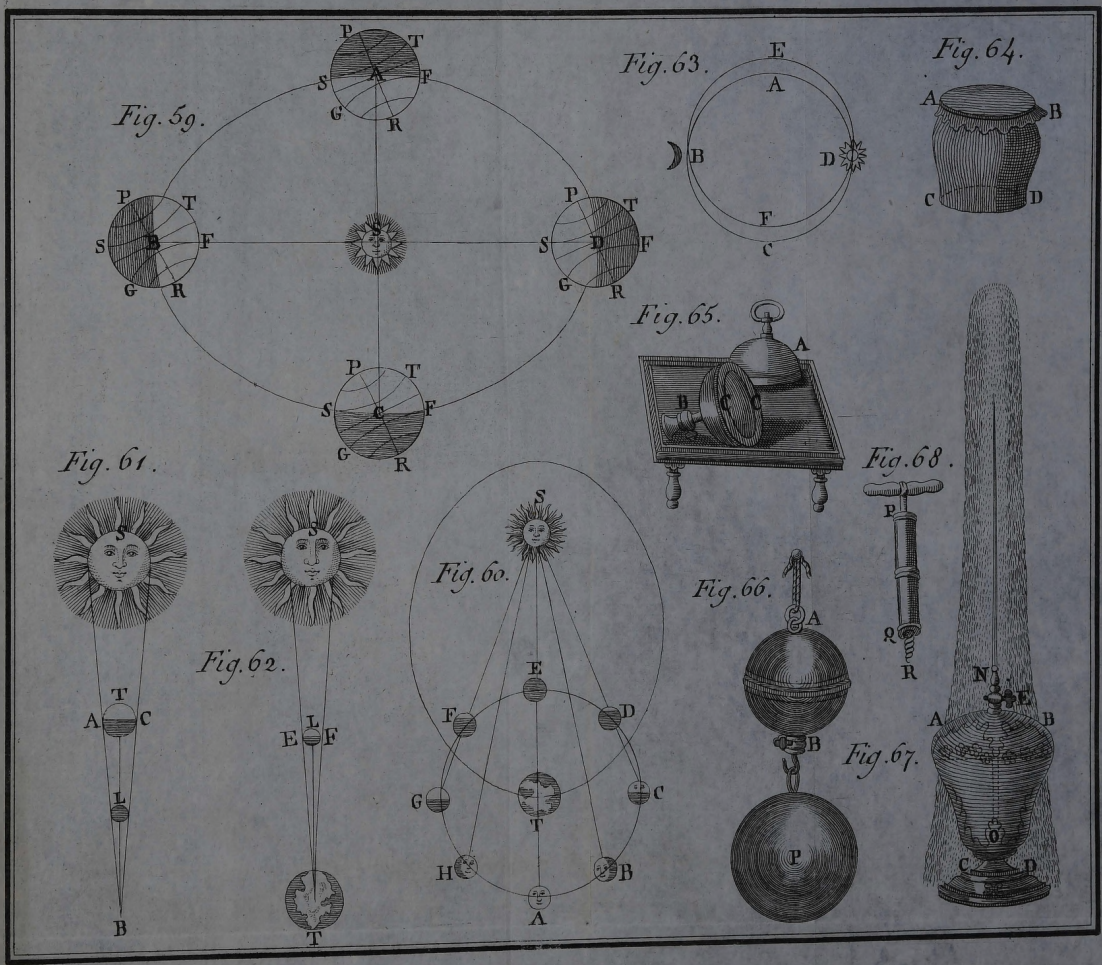


Fig. 59.
Fig. 60.
Fig. 61.
Fig. 62.
Fig. 63.
Fig. 64.
Fig. 65.
Fig. 66.
Fig. 67.
Fig. 68.

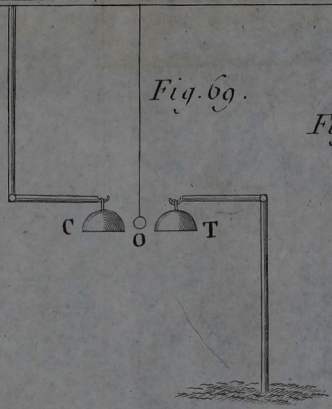


Fig. 69.

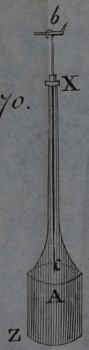


Fig. 70.

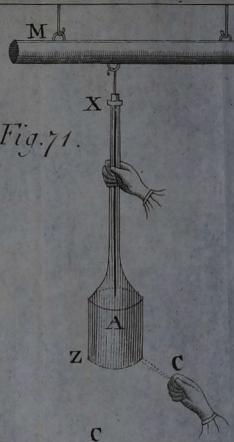


Fig. 71.

Fig. 72.

Fig. 73.

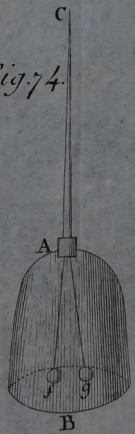


Fig. 74.

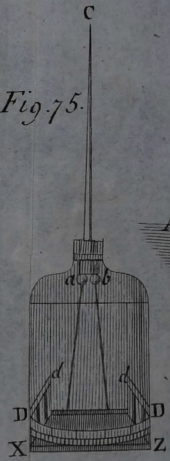


Fig. 75.

Fig. 76.

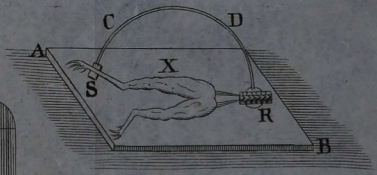


Fig. 77.

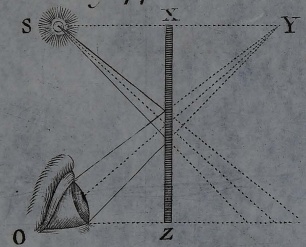


Fig. 78.

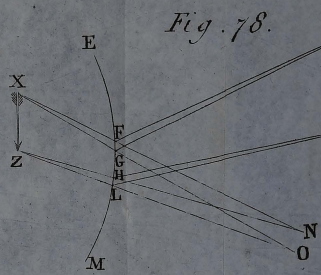


Fig. 79.

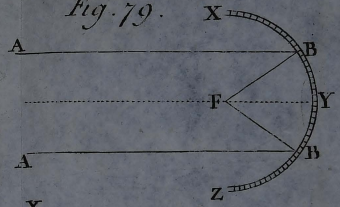


Fig. 80.

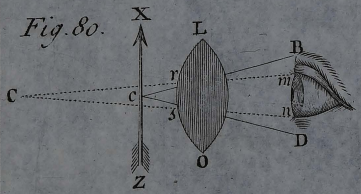


Fig. 81.

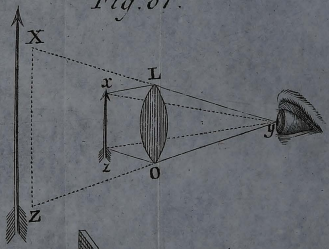


Fig. 82.

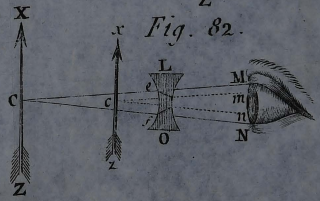


Fig. 83.

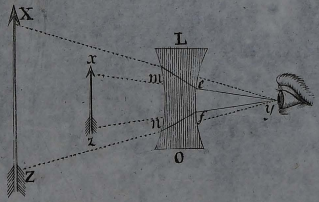


Fig. 84.

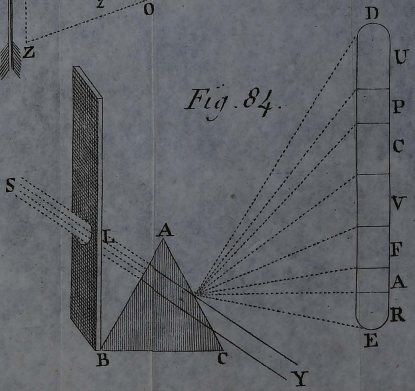


Fig. 85.

R. Ur